

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL**



**PRINCIPIOS BASICOS DE NUTRICION
Y ALIMENTACION ANIMAL**



**ELABORADO POR:
ING. BRYAN MENDIETA ARAICA**

**MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO - 1999**

INDICE

CONTENIDO	PÁGINA
CAPITULO 1: FISIOLOGIA DIGESTIVA	2-41
1. Introducción.	
2. Importancia de la Nutrición en la Producción Animal.	
3. Términos y Expresiones utilizadas en Nutrición Animal.	
4. Los Nutrientes Energéticos Estructurales.	
5. Los Lípidos.	
6. Las Proteínas.	
7. Minerales.	
8. Aparato Digestivo de los Rumiantes.	
9. Digestión y Absorción de los Carbohidratos en Monogástricos.	
10. Digestión y Absorción de los Lípidos en Monogástricos.	
11. Digestión y Absorción de Proteínas en Monogástricos.	
CAPITULO 2: RECURSOS DISPONIBLES, SU VALOR COMO ALIMENTO.	42-68
1. Introducción.	
2. Composición Química de los Nutrientes.	
3. Valoración de los Alimentos.	
4. Clasificación de los Alimentos.	
CAPITULO 3: REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS.	69-82
1. Introducción.	
2. Concepto de Requerimientos Nutritivos.	
3. Nivel Nutricional.	
4. Relación entre los requerimientos y las raciones de los animales.	
5. Energía.	
6. Proteína.	
7. Minerales.	
8. Vitaminas.	

CAPITULO 4: FORMULACION DE RACIONES.	83-118
<ol style="list-style-type: none">1. Introducción.2. Métodos para Resolver una Incógnita.3. Métodos para Resolver dos Incógnitas.4. Formulación de Raciones, Procedimientos sencillos.5. Formulación de Premezclas.6. Factor Costo en la Formulación de Dietas.	
CAPITULO 5: METODOLOGIA DE BALANCE ALIMENTARIO.	119-127
<ol style="list-style-type: none">1. Introducción.2. Balance Alimentario Instantáneo.3. Balance Alimentario Histórico.4. Balance Alimentario Perspectivo.5. Aspectos Necesarios para hacer el Balance.6. Ejercicios.	
CAPITULO 6: NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL TERNERO.	128-151
<ol style="list-style-type: none">1. Introducción.2. Fin Productivo.3. Crecimiento y Desarrollo.4. Requerimientos Nutritivos.5. Alimentación de los Terneros.	
CAPITULO 7: ALIMENTACIÓN DE LA VACA LECHERA.	152-185
<ol style="list-style-type: none">1. Introducción.2. Composición Nutritiva de la Leche.3. Factores que hacen variar la Composición de la Leche.4. Factores que hacen variar el Consumo Voluntario.5. Utilización de los Nutrientes por Parte de la Vaca Lechera.6. Alimentación de las Vacas Lecheras en Producción.	
CAPITULO 8: ALIMENTACIÓN DEL GANADO DE DOBLE PROPOSITO.	186-197
<ol style="list-style-type: none">1. Introducción.2. Principios de la Suplementación Estratégica.	

3. Alimentación del Bovino en Crecimiento.
4. Alimentación de la Vaca de Doble Propósito: Producción de Leche.
5. Alimentación de la Vaca de Doble Propósito: Reproducción.
6. Conclusiones.

CAPITULO 9: ALIMENTACIÓN DEL GANADO DE CARNE.

198-218

1. Introducción.
2. Efecto del Nivel Nutricional Sobre la Ganancia de Peso, Conversión Alimenticia y Calidad de la Canal.
3. Requerimientos de Energía.
4. Requerimientos de Proteínas.
5. Requerimientos de Minerales y Vitaminas.
6. Sistemas de Alimentación.

CAPITULO 10: ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN DE VERANO.

219-237

1. Introducción.
2. Problemática de la Alimentación de Verano en Nicaragua. Su Efecto en la Producción y Reproducción.
3. Alternativas de Alimentación de Verano.

CAPITULO 1

FISIOLOGIA DIGESTIVA DE LOS RUMIANTES

SUMARIO:

1. Introducción.
2. Importancia de la Nutrición en la Producción Animal.
3. Términos y Expresiones utilizadas en Nutrición Animal.
4. Los Nutrientes Energéticos Esenciales.
 - 4.1. Los Carbohidratos.
 - 4.1.1. Digestión y Absorción.
 - 4.1.2. Digestión de los Carbohidratos en Rumiantes.
 - 4.2. Principales productos finales de la Digestión de los Carbohidratos en los Rumiantes.
5. Los Lípidos.
 - 5.1 Digestión en rumiantes.
6. Las Proteínas.
 - 6.1 Digestión de las Proteínas en los Rumiantes.
 - 6.2 Valor nutritivo de la proteína microbiana.
7. Minerales.
 - 7.1. Importancia de los Minerales.
8. Aparato Digestivo de los Rumiantes.
9. Digestión y Absorción de Los Carbohidratos en Monogástricos.
10. Digestión y Absorción de Lípidos en Monogástricos.
11. Digestión y Absorción de Proteínas en Monogástricos.

OBJETIVOS:

1. Dominar la Terminología Empleada en Nutrición Animal.
2. Conocer los Nutrientes del Alimento.
3. Conocer las Funciones y forma de Degradación de los Nutrientes en los Rumiantes.
4. Conocer las Particularidades del Aparato Digestivo de los Rumiantes.
5. Conocer las Particularidades del Aparato Digestivo de los Monogástricos.
6. Conocer la forma de Degradación de los Nutrientes en los Monogástricos.

1. INTRODUCCIÓN

La Nutrición Animal es una ciencia joven, ya que es hasta en el siglo XVIII (1770) cuando se establecen los primeros experimentos por el químico francés Lavoisier, considerado el descubridor de la ciencia de la nutrición. En el siglo XIX se comienza a reconocer la necesidad de las proteínas, carbohidratos y grasas; pero es en el siglo XX cuando los conocimientos de esta ciencia han avanzado grandemente.

La Nutrición implica reacciones químicas y procesos fisiológicos que transforman los alimentos en tejidos corporales y actividad, los descubrimientos modernos en nutrición se derivan de investigaciones realizadas con una amplia variedad de especies animales. El desarrollo de ésta ciencia se debe a la aplicación de conocimientos y técnicas de diferentes ciencias, fisiólogos y bioquímicos han trabajado desde hace mucho tiempo estudiando las necesidades del cuerpo en cuanto a alimento y como éste último es metabolizado.

Los físicos nos han dado radiografías, el espectrógrafo, isótopos, cromatografía y otras herramientas y nos han enseñado como se deben usar. Los microbiólogos también han contribuido al descubrimiento del papel nutricional que juegan las bacterias, los métodos microbiológicos y químicos han acelerado el desarrollo del conocimiento relacionado con el contenido de vitaminas y aminoácidos de los alimentos. Estudios realizados sobre minerales "Traza" han mostrado que las características de los suelos en los que cultivamos nuestros alimentos, representan un papel importante en el valor nutritivo de los alimentos.

También hemos aprendido que las diversas variedades de un mismo tipo de cultivo difieren en sus cualidades nutritivas y que muchos factores en su manejo también influyen.

Los logros recientes han ayudado a subrayar la gran interrelación entre la nutrición humana y animal. Los alimentos de ambos son productos de la tierra que han captado la energía solar y contienen los mismos nutrientes esenciales. Los procesos metabólicos que sufren los nutrientes absorbidos que van a servir como apoyo a diferentes funciones orgánicas, son idénticos, no importando la especie animal. Si bien los animales concentran los nutrientes de los cultivos alimenticios en forma más nutritiva y apetecible para la dieta del hombre, en el proceso se pierden fuentes de alimentos básicos tales como las cereales y otros alimentos que el hombre puede comer.

La economía nicaragüense es básica y esencialmente agropecuaria. El sector agropecuario es considerado el más importante por su doble responsabilidad de la seguridad alimentaria o sea, satisfacer la demanda interna de alimento para garantizarla y segundo la obtención de divisas, a través de las exportaciones.

En 1997 la producción de leche fue de 51.4 millones de galones y la producción de carne alcanzó los 105.8 millones de libras.

Al año 1991 el hato nacional estaba compuesto por aproximadamente 1.9 millones de cabezas con cerca del 46% del rebaño total formado por vacas; también se estima que hay 2.8 millones de hectáreas de pastos en las fincas y que 1.9 millones corresponden a pastos mejorados y 0.9 millones a pastos nativos, sin embargo, el consumo per cápita de carne en Nicaragua se redujo a un mínimo de 6Kg en 1991.

Una de las principales restricciones a que se enfrenta el crecimiento de la ganadería vacuna, ha sido la escasez de pastizales, sobre todo en la estación seca (mediados de Noviembre-mediados de Mayo). En el invierno generalmente los potreros se utilizan intensivamente, sin guardar los productores ninguna reserva para el verano (heno, silo), para ofrecerle al ganado algún suplemento alimenticio en esa época, por lo que tienen que alimentarlos basándose en pastos y sal común. Por otro lado el productor ganadero, dados los precios prohibitivos y la escasez de alimentos concentrados, procura no comprarlos, por que el incremento de los costos no compensa los ingresos obtenidos por la venta de sus productos, especialmente la leche.

El hato ganadero en Nicaragua está concentrado en la región del pacífico y zona central del país, donde históricamente no se da ningún suplemento alimenticio en el verano.

El especialista en el sector agropecuario tiene sobre sí la responsabilidad de impulsar el desarrollo económico nacional pero conservar los excesos de forrajes u otros productos vegetales para alimentos en la época de seca y procurar que se mantenga el balance necesario entre nutrientes para que no se originen trastornos metabólicos que afecten la salud del animal y mermen la producción.

2. IMPORTANCIA DE LA NUTRICIÓN EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Si se toma en consideración el costo de producción que representa la alimentación animal (50-80%) en poligástricos y valores más altos en monogástricos llegamos a la conclusión de que la nutrición es el eje principal de la producción animal.

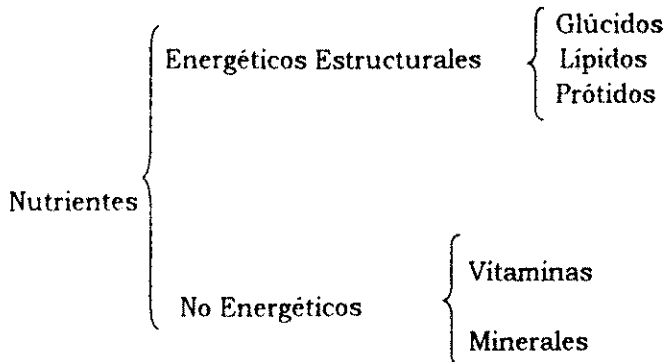
A esto debemos añadir que los animales correctamente alimentados sin excesos ni deficiencias son más resistentes a las enfermedades y logran tener una vida más larga y productiva sin cambios metabólicos que producen afectaciones al animal y baja producción, por esto en la producción animal la alimentación tiene que estar dirigida a tipo de producción, especie y categoría animal para conociendo el propósito a que se destine ese animal suministrarles los alimentos adecuados en cada etapa de su vida.

La primera tarea de la nutrición animal es asegurar la alimentación en calidad y cantidad y al más bajo costo posible ya que esta producción es para la alimentación humana.

3. TÉRMINOS Y EXPRESIONES UTILIZADAS EN NUTRICIÓN ANIMAL

Nutriente: Es el constituyente o grupo de constituyentes de los alimentos que ayudan a mantener la vida, hay sustancias que no tienen su origen en el alimento y que son considerados también como nutrientes Ej: Vitaminas sintéticas, sales inorgánicas preparadas químicamente.

Clasificación de Los Nutrientes



Alimento: Según el concepto fisiológico, alimento es toda sustancia que, procedente del exterior, proporciona al ser vivo materia y energía destinadas al desarrollo y crecimiento del organismo durante su edad joven y a regular su equilibrio en épocas posteriores permitiendo el normal desenvolvimiento de sus diversas funciones biológicas.

El concepto zootécnico añade a la anterior definición dos rasgos propios: rendimiento biológico y rendimiento económico.

El significado de los alimentos en la nutrición animal, es fisiológico, zootécnico y económico. El ciclo que relaciona estas tres características se establece así.

El alimento debe ser adecuado a la característica fisiológica de cada especie, raza, edad o sexo y estado biológico: debe participar finalmente, hasta una cifra determinada y establecida porcentualmente, en el costo de cada producción animal. Todo alimento que no satisfaga el requisito fisiológico es antihigiénico. El que no esté de acuerdo al rendimiento productivo es antizootécnico.

El que no esté de acuerdo con la financiación y beneficio de la empresa pecuaria es antieconómico.

Valor nutritivo: Es la cantidad de principios inmediatos; prótidos, glúcidos y lípidos minerales y vitaminas; que están contenidos en un alimento.

Ración: La ración está formada por la cantidad de alimento que debemos suministrar a una especie y categoría para cubrir sus requerimientos nutritivos para mantenimiento y una producción dada.

Dieta: Se entiende la variación de los alimentos empleados.

4. LOS NUTRIENTES ENERGÉTICOS ESTRUCTURALES

En la nutrición animal se requiere de gran energía para toda la producción. En los alimentos aportan energía las proteínas, los glúcidos y los lípidos, pero se considera que son los glúcidos los que son mejor utilizados por el animal sin causar trastornos metabólicos y a un menor costo.

Los prótidos no deben ser utilizados como fuente de energía por ser un nutriente de vital importancia para la formación de nuevos tejidos y se considera que es el nutriente más deficitario aunque su ajuste de energía es hasta 5.65kcal/g se debe utilizar con otro fin que no sea el de usarlo como fuente energética.

Las grasas (lípidos) ajustan el doble de energía (9.1-9.5kcal/g) que los glúcidos y los prótidos pero no deben utilizarse en grandes porcentajes en la alimentación. Los glúcidos aportan 4.1kcal/g pero su función es básicamente energética y su costo de producción es más bajo ya que prácticamente todos los alimentos de origen vegetal son ricos en glúcidos, representando en los cereales alrededor del 90% de su valor nutritivo, en los pastos en base seca, alrededor del 80% y así podemos ver que esta fuente de nutrientes energéticos deben utilizarse eficientemente en la alimentación para cubrir las necesidades de los animales y agregando el porcentaje de lípidos aceptados para cada categoría y especie y utilizar las proteínas para formar nuevas proteínas y no como fuente de energía.

4.1. Los Carbohidratos

Los glúcidos o carbohidratos son compuestos orgánicos de gran importancia, son los constituyentes mayoritarios de la materia viva, es el grupo más conocido en lo referente a su constitución química y a sus características. Suelen ser sustancias constituidas por carbono, hidrógeno y oxígeno, estas últimas en proporción de 2 a 1, como en el agua. Son sintetizados por las plantas a partir del CO₂, el H₂O y la energía solar formando las cadenas carbonadas, de donde se originan los demás compuestos. Los carbohidratos pueden definirse como aldehídos y cetonas polihidroxílicos (monosacáridos), sus polímeros (oligo y polisacáridos), sus productos de reducción (alcoholes polihidrílicos y ciclítos) sus productos de oxidación (ácido urónicos y sacáridos) sus productos de sustitución (aminoazúcares) y sus ésteres (sulfatos y fosfatos).

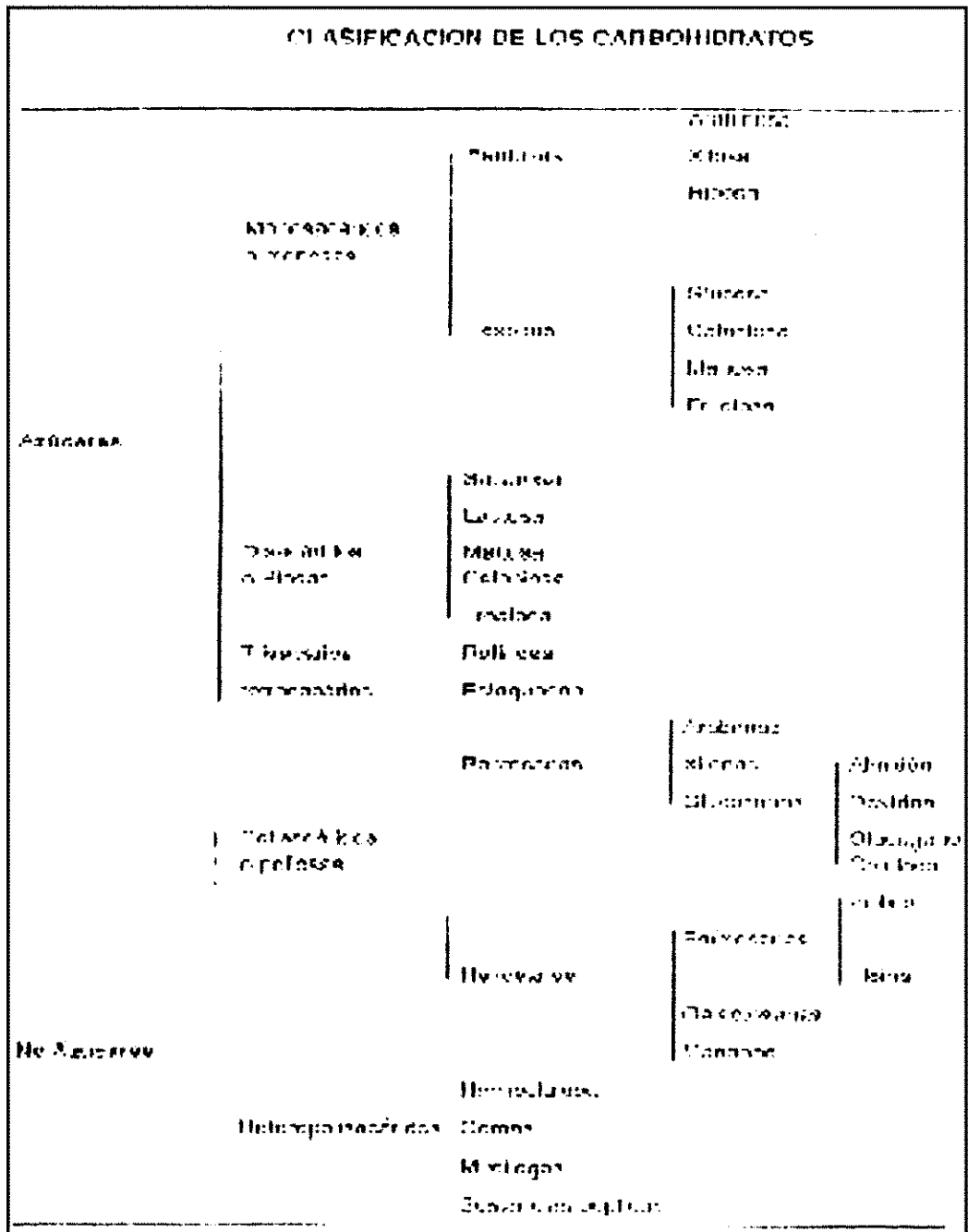


Figura 1. Clasificación de los carbohidratos

Son sustancias sólidas incoloras e inodoras que en el análisis bromatológico comprenden conjuntamente las fracciones "extracto libre de nitrógeno" y "fibra bruta".

Funciones:

1. Función energética
2. Aprovechamiento de otros Nutrientes

4.1.1. Digestión y Absorción

Los aspectos relacionados con la digestión y absorción de los carbohidratos son sumamente importantes, pues el animal adquiere los CHOS provenientes de los alimentos en forma compleja y no puede, generalmente, utilizarlos para sus fines en tal forma. La digestión garantiza la degradación de estos CHOS complejos, a nivel del aparato digestivo, en forma más simple que puedan ser asimiladas, las cuales serán incorporadas al organismo animal por el proceso de absorción.

La mayoría de los componentes orgánicos del alimento, entre ellos los carbohidratos, están en forma de grandes moléculas insolubles que han de ser convertidas en otras más simples que puedan atravesar la mucosa intestinal para pasar a la linfa y a la sangre.

Este proceso de conversión es la "digestión" y el paso de nutrientes a través de la mucosa es la "absorción".

Una de las características físicas más importantes de los carbohidratos desde el aspecto de la nutrición animal es su solubilidad en agua. Los carbohidratos para ser digeridos, ya sea por las enzimas del tracto digestivo o por la microflora que en el mismo se puede encontrar, necesitan estar en forma que sean fácilmente degradables. Cuando los carbohidratos se encuentran en solución están en la mejor forma de ser digeridos. De ahí que el valor nutritivo de estos vaya a depender de su mayor o menor solubilidad.

4.1.2. Digestión de los Carbohidratos en Rumiantes

El estómago de los rumiantes está dividido en 4 compartimientos: Rumen o panza, redécilla o retículo, omaso o librillo y abomaso o cuajar. A partir de que el rumiante joven comienza a consumir alimento sólido, los dos primeros compartimientos aumentan considerablemente de tamaño, y logra alcanzar en el adulto el 85% de la capacidad total del estómago.

Durante los actos de comer y rumiar, el alimento se diluye con abundantes cantidades de saliva. El contenido del rumen está formado por 85 - 93% de agua y normalmente se dispone en dos fases: una inferior, **líquida** en la que van suspendidas las partículas más finas del alimento, y otro superior, de **materia sólida** más grosera.

Por Medios Físicos

El contenido del rumen está siendo continuamente mezclado y durante la rumia la parte más próxima al extremo anterior pasa al esófago y es devuelto a la boca. La porción líquida es tragada rápidamente, siendo masticado el componente sólido antes de pasar nuevamente al rumen. Las dietas que contienen pocos alimentos voluminosos o carecen de ellos no proporcionan el estímulo suficiente para la rumia. El tiempo que el animal destina a rumiar depende del contenido fibroso del alimento.

Por Medios Químicos

La parte química de la escisión del alimento está a cargo de las enzimas pero las que actúan en el rumen no son producidas por el animal sino que proceden de bacterias y protozoos.

El número total de microorganismos en el rumen y los tipos que predominan dependen de la naturaleza de la dieta. Los valores más altos registrados corresponden a dietas de cereales.

En los primeros meses de la vida se establece ya la flora normal del rumen: El ternero la alcanza aproximadamente a las 6 semanas.

En los animales que consumen concentrados la producción de ácidos puede ser muy rápida y la producción de saliva anormalmente baja. En esta situación el pH del líquido ruminal puede bajar hasta 5,0 y transitoriamente a 4,5. Como los protozoos no toleran pH inferiores a 4,5 faltan en el rumen del ganado alimentado con dietas ricas en concentrados.

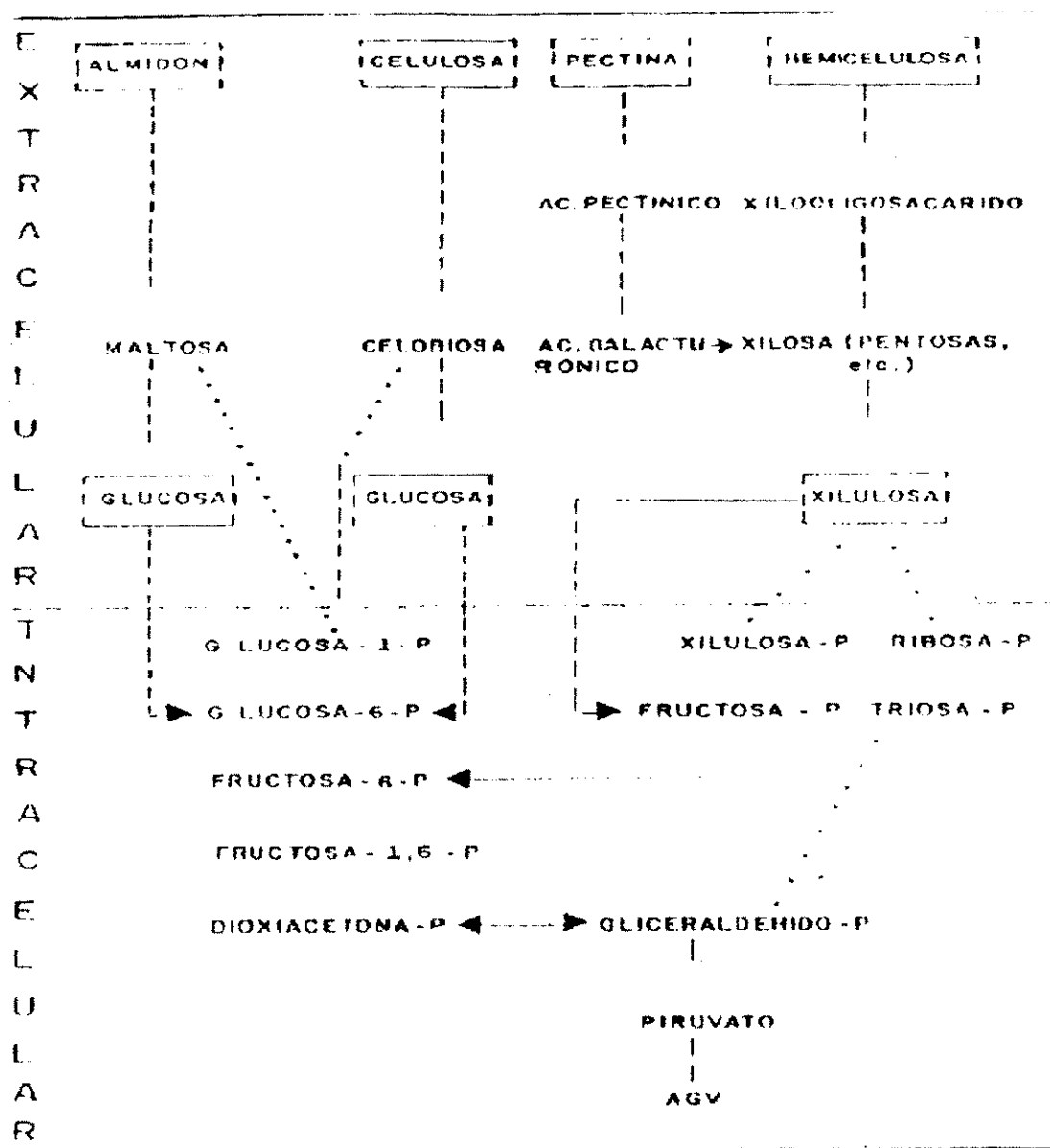


Figura 2. Degradación de carbohidratos en el rumen.

Actividad de los microorganismos

De la gran actividad de los microorganismos del rumen nos da idea el hecho de que solamente el 30% del alimento ingerido continúa su paso a través del tubo digestivo. El otro 70% es convertido por los microorganismos en productos solubles o gaseosos que son absorbidos directamente en el rumen o son expulsados a través del esófago en el caso de los gases (eructos).

El rumen alberga en condiciones normales de alimentación numerosas especies de bacterias y protozoos, compuestas en gran parte de ciliados y gran número de bacterias no esporuladas. La población microbiana del rumen se comporta simbióticamente con el organismo hospedador. Por añadidura algunos tipos de protozoos y bacterias se influyen entre sí. Cada ml de contenido del rumen contiene de 10^9 a 10^{10} bacterias.

El número de protozoo es menor (10^6 /ml), pero como su tamaño es mucho mayor al de las bacterias, representan aproximadamente igual volumen.

La magnitud de la población microbiana del rumen depende del Nitrógeno y contenido energético del pienso, de la calidad de éste, del tipo de alimentación y del estado fisiológico en que se halle el animal. Las bacterias permiten el aprovechamiento como fuentes de energía de uno o varios carbohidratos presentes en el alimento de los rumiantes y también de los productos intermedios o finales resultantes del desdoblamiento. En lo referente a las misiones del rumen hay que señalar que por lo regular varios gérmenes se encargan de una función determinada, pero por otra parte también un mismo grupo o especie atiende a procesos distintos.

Los hongos anaeróbicos del rumen fueron aislados y cultivados fuera del rumen sólo hace poco tiempo. Se ha demostrado que los hongos están presentes en el rumen de un gran número de especies animales.

El estado vegetativo de los hongos consiste en un esporangio que surge de los rizoides que crecen rápidamente dentro de los tejidos vegetales. Los esporangios aparecen sobre la superficie de las partículas residuales liberando los zooporos inmediatamente después de ser consumido el alimento.

Estos son capaces de alcanzar fibras recién ingeridas invadiendo el tejido normalmente a través de las partes lesionadas de las plantas o por los estomas de las hojas.

Los hongos aparentemente son los primeros organismos en invadir y digerir el componente estructural de las plantas, comenzando en la parte interna. Además, reducen la fuerza de tensión de las partículas aumentando la degradación de estas durante la rumia. Los hongos lesionan las partículas del bolo permitiendo que las bacterias colonicen el material vegetal. Por lo tanto son muy importantes en el inicio del proceso de degradación fermentativa de

materiales insolubles y su presencia debe reducir cualquier retardo en la digestión de fibra.

Las especies de hongos aisladas del rumen incluyen *Neocallimastix frontalis*, *Piraminas communis* y *Sphaeromonas communis*. Estos hongos digieren algunas partes de los componentes estructurales de la planta. Parece lógico asumir que los hongos degradan los complejos lignina-hemicelulosa y así solubilizan la lignina. Esto puede permitir que la fibra que esta protegida físicamente por la lignina se fermenta por la acción de las bacterias ruminales.

Las bacterias pueden agruparse de acuerdo con su acción principal en el rumen distinguiéndose a estos efectos entre microorganismos preferente celulolíticos, amilolíticos proteolíticos y capaces de aprovechar la glucosa, de aquellos otros capaces de aprovechar el lactato o de formar metano.

Según Cheng (1984) las bacterias que atacan la celulosa son: *Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Cillobacterium cellulosolvens*, *Clostridium lochheadii*, *Cellulomonas fimi* y *Eubacterium spp*. Las que atacan la hemicelulosa son: *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus* y *Bacteroides rumiacola*. Finalmente las que atacan las sustancias péptidas son todas las especies celulolíticas y hemicelulolíticas más: *Lachnospira multiparus*, *Streptococcus bovis* y *Succinivibrio dextrinosolvens*.

En los preestómagos de los rumiantes y junto con la flora bacteriana se encuentra regularmente, en los animales sanos y alimentados con normalidad, una multiforme fauna protozoaria formada casi exclusivamente por ciliados, tales como *Entodina spp*, *Isotricho spp* y *Dasytricha spp*.

El número de protozoos oscila entre amplios márgenes y depende de la alimentación. Los protozoos son anaerobios estrictos y aprovechan diversos carbohidratos para la obtención de energía, degradándolos con formación de AGV, dióxido de carbono y agua.

Para el asentamiento de protozoos en los rumiantes jóvenes se precisa el contacto con animales adultos de la especie correspondiente, ya que no forman quistes ni otras formas de resistencia fuera de la panza. La presencia de protozoos ya unida a cierta zona de pH. Si prevalecen valores de pH inferiores a 5,5 durante largo tiempo, desaparecen de la panza. **El número total de protozoos depende de la frecuencia de la toma de alimentos, de composición de la dieta y de las características de presentación de la misma.**

Etapas de la degradación química de los CHO en el rumen:

La degradación química de los carbohidratos en el rumen puede ser dividida en dos etapas desde el punto de vista didáctico.

1ra. Etapa : La digestión de las moléculas complejas hasta azúcares sencillos por la acción de enzimas microbianas extracelulares .

2da. Etapa : Los azúcares simples producidos en la primera etapa del metabolismo del rumen raramente pueden encontrarse en líquido ruminal dado que son absorbidos inmediatamente por los microorganismos, siendo tales azúcares metabolizados intracelularmente.

Para el proceso de degradación de la células en el rumen son de importancia 3 factores peculiares, concretamente la riqueza del medio nutritivo en sustancias incrustadas (lignina), en carbohidratos fácilmente digestibles y en proteína bruta.

La celulosa de las plantas tiernas es esencialmente más digestible que la procedente de partes vegetales muy leñosas con elevado contenido de lignina. El aumento proporcional de fibra bruta a lo largo del período de desarrollo vegetal disminuye la digestibilidad de la celulosa.

Las hemicelulosas y pentosanas son degradadas rápidamente en el rumen dando como resultado pentosas y triosas.

Degradación del Almidón: En comparación con la digestión sufrida por el almidón en el intestino delgado, la fermentación en el rumen constituye un proceso de menor rendimiento, pues una parte de la energía se pierde en forma de metano. Para el proceso de degradación del almidón en el rumen tiene importancia tanto la cantidad como el tipo de los gránulos de almidón. Así ocurre, por ejemplo, que el almidón de maíz sufre una hidrólisis más veloz que el de la papa, y que el fenómeno puede acelerarse por cocción previa, pues la cocción desintegra los gránulos de almidón.

En los rumiantes, luego de ingerir grandes cantidades de almidón, se produce una disminución del pH del contenido de la panza, con abundante formación de ácido propiónico y ácido láctico. Simultáneamente se producen alteraciones en la población microbiana del rumen, en la que comienzan por disminuir los protozoos. **Un súbito consumo de grandes cantidades de piensos ricos en almidón origina notables trastornos de la función del rumen, presentándose la llamada indigestión ácida.** Esta se caracteriza por la predominancia en el rumen de una flora amilolítica, con descenso de los protozoos y bacterias que degradan la celulosa: también hay disminución de pH del

contenido de la panza, superior concentración de ácido láctico, ácido fórmico y ácido succínico, todo ello acompañado de disminución del apetito, alteración de la motilidad del rumen y diarrea.

Fructonas, Polisacáridos de la fructosa, que además de hexosas y sacarosa cuentan con los CHO vegetales solubles. En la hierba joven pueden constituir hasta el 20% del extracto seco, y en el rumen son desdoblados, pasando por fructosa, hasta AGV.

Degradación de los disacáridos y monosacáridos: La fermentación de la glucosa y la fructosa del alimento, así como el desdoblamiento de los polisacáridos, se realiza mediante la reacción de glucólisis con formación de piruvato o lactato, encontrándose ambos en el líquido del rumen en escasa concentración, como consecuencia de su rápida metabolización.

La glucosa, fructosa y sacarosa son rápidamente desdobladas, mientras que la galactosa, xilosa y arabinosa se degradan con bastante más lentitud. Glucosa y fructosa producen cantidades semejantes de ácidos. La sacarosa proporciona menos ácido láctico y una mayor cuantía de ácido acético a costa del ácido propiónico. El ácido acético prevalece especialmente en la degradación de la galactosa.

Sin duda el proceso más importante que tiene lugar en el rumen es el desdoblamiento de la celulosa y otros polisacáridos resistentes. Además del aporte de energía que para el animal esto supone, asegurar la salida de otros nutrientes de la célula que van asociados a la celulosa, propiciando el ataque de las enzimas sobre dichos nutrientes.

Aunque el papel principal lo tienen los microorganismos, existen otros que también intervienen favorablemente en éste proceso: El volumen del rumen que permite que el alimento se acumule y permanezca en él, el tiempo suficiente para que tenga lugar la ruptura de la celulosa, que es más bien lenta. Además los movimientos del rumen y el acto de rumiar contribuyen a la división del alimento, exponiéndolo al ataque de los microorganismos.

El rumen alberga numerosas especies de bacterias no esporuladas y de protozoos ciliados. Algunos tipos de protozoos y bacterias se influyen entre sí.

La magnitud de la población microbiana del rumen depende del nitrógeno y contenido energético del pienso, de la calidad de este, del tipo de alimentación y del estado fisiológico en que se halle el animal.

De acuerdo a su acción principal las bacterias pueden agruparse en celulolítico amilolíticas, proteolíticas, capaces de aprovechar glucosa y lactato y metanogénicas.

Los protozoos y bacterias en su actividad producen, ácidos orgánicos intermedios, AGV, CO₂, CH₄ y H₂.

La degradación química comprende una etapa extracelular, en que los CHO complejos son llevados a azúcares simples y la otra etapa intracelular, en que los azúcares simples son llevados a los productos finales del metabolismo del rumen.

Los azúcares simples, una vez formados desaparecen rápidamente del rumen, no por absorción, sino que son rápidamente metabolizados por los microorganismos del rumen.

Ya sabemos que la función del aparato digestivo es transformar las sustancias complejas del alimento en otras más simples y que pueden ser utilizadas por el animal.

4.2. Principales productos finales de la digestión de los carbohidratos en los rumiantes

Los principales productos de la degradación de los CHO en el rumen son: Ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico (AGV) así como CH₄ y CO₂.

Productos intermedios de importancia son los ácidos pirúvico, succínico y láctico, que en determinadas ocasiones se presentan en el contenido ruminal.

La concentración total de AGV en el rumen varía entre 0,2 y 1,5 g/100 ml, de acuerdo con la dieta que consume el animal y el tiempo transcurrido desde la última comida. También en el rumen varían las proporciones relativas de los AGV.

Cuadro 1. Ácidos grasos volátiles (AGV) en el rumen de vacas alimentadas con diferentes dietas (% molar)

DIETA	ACETICO	PROPIONICO	BUTIRICO	OTROS
Ensilaje	74	17	7	3
Hierba de pasto	66	18	12	4
7Kg. Heno+9Kg Concentrado	58	24	13	6
0.9 Kg.Heno+1Kg Concentrado	41	38	9	12
Maíz	34	46	6	14

En el Cuadro 1 se evidencia que el ácido predominante en la fermentación es el acético. De ello se deriva que dietas con alto contenido de fibra dan mezclas con una alta proporción de ácido acético. Sin embargo en dietas con alto contenido de concentrados el cuadro es completamente diferente (Véase el siguiente cuadro).

Cuadro 2. Efecto de la relación forraje: Concentrado sobre el patrón de fermentación puntual.

HENO:CONCENTRADO	MOLES/LTS	ACETICO	BUTIRICO	PROPIONICO	OTROS
100:0	97	66	22	9	3
80:20	80	61	25	11	3
60:40	87	61	23	13	2
40:60	76	52	34	12	3
20:80	70	40	40	15	5

Al aumentar la proporción de concentrado en la dieta disminuye la proporción de acético en el rumen y en correspondencia se eleva la concentración de propiónico. El butírico en cualquier caso sufre escasa variación y se presenta en bajos niveles, lo que pudiera estar relacionado con su pronta desaparición del rumen.

Con dietas sólo a base de concentrados la proporción de propiónico puede ser incluso mayor que la de acético. Pero aún en estas condiciones puede predominar el acético, si los protozoos del rumen sobreviven en gran número.

En la vaca, el peso total de AGV producidos puede llegar a los 3Kg/día. La mayor parte se absorbe directamente en el rumen, redécilla y omaso, y sólo una pequeña parte atraviesa el abomaso y es absorbido en el intestino delgado. Algunos de los productos de la digestión de los CHO en el rumen son utilizados por los microorganismos para sintetizar sus propio polisacáridos de reserva.

Efecto de los ingredientes de la ración sobre los AGV, del rumen

Con respecto al total de AGV, los datos existentes son algo contradictorios, posiblemente por diferentes situaciones en la toma de muestras.

Sin embargo, puede concluirse con seguridad que la ingestión de hierba verde, cantidades crecientes de suplementos hidrocarbonados o proteicos, niveles crecientes del consumo de alimentos y forrajes en forma de pellets tienden a producir mayores niveles de AGV.

Con respecto a la proporción o distribución molar de AGV se observan, generalmente niveles elevados de acético con ensilado, heno y pastos maduros.

La presentación en forma de pellets o el tratamiento térmico de cereales determina generalmente, niveles mayores de ácido propiónico, aunque existen excepciones a este hecho.

Podríamos preguntarnos que factores contribuyen a determinar las diferencias entre las proporciones molares cuando los animales reciben dietas diferentes. Esta cuestión en condiciones prácticas está sujeta a especulación. Sin embargo, se sabe que los cambios drásticos en la dieta determinan acusadas alteraciones en la población bacteriana y protozoaria, pudiendo suponerse que los cambios moderados en la dieta determinarán alteraciones moderadas en la población microbiana, aunque no se dispone de datos apropiados para demostrar esta afirmación. Además, por estudios hechos con cultivos puros se sabe que los productos finales procedentes de diferentes microorganismos son distintos, pudiendo así afirmarse que el cambio ocurrido en la población microbiana puede ser suficiente para explicar las diferencias observadas.

Interconversión de los AGV del rumen

Durante la fermentación activa del rumen tiene lugar una interconversión de los principales ácidos grasos volátiles (AGV). Esto refleja, sin duda el hecho de que un ácido que constituye un producto final de un microorganismo puede ser un sustrato útil para otra especie de ácido.

Los resultados de investigaciones han demostrado, en general, en que del acético pueden producirse cantidades considerables de butírico (40-80%), probablemente por condensación de dos moles de acético para formar un mol de butírico. Los resultados coinciden también en que cantidades muy pequeñas de acético proceden del propiónico (0-5%) y propiónico de butírico (2-5%). Cantidades considerables de acético proceden también al parecer del butírico. Las estimaciones de la formación de propiónico a partir de acético varían ampliamente (3-37%), como lo hace la formación de butírico a partir de propiónico (0-18%).

El siguiente esquema puede ayudar a entender las transformaciones ocurridas en el rumen

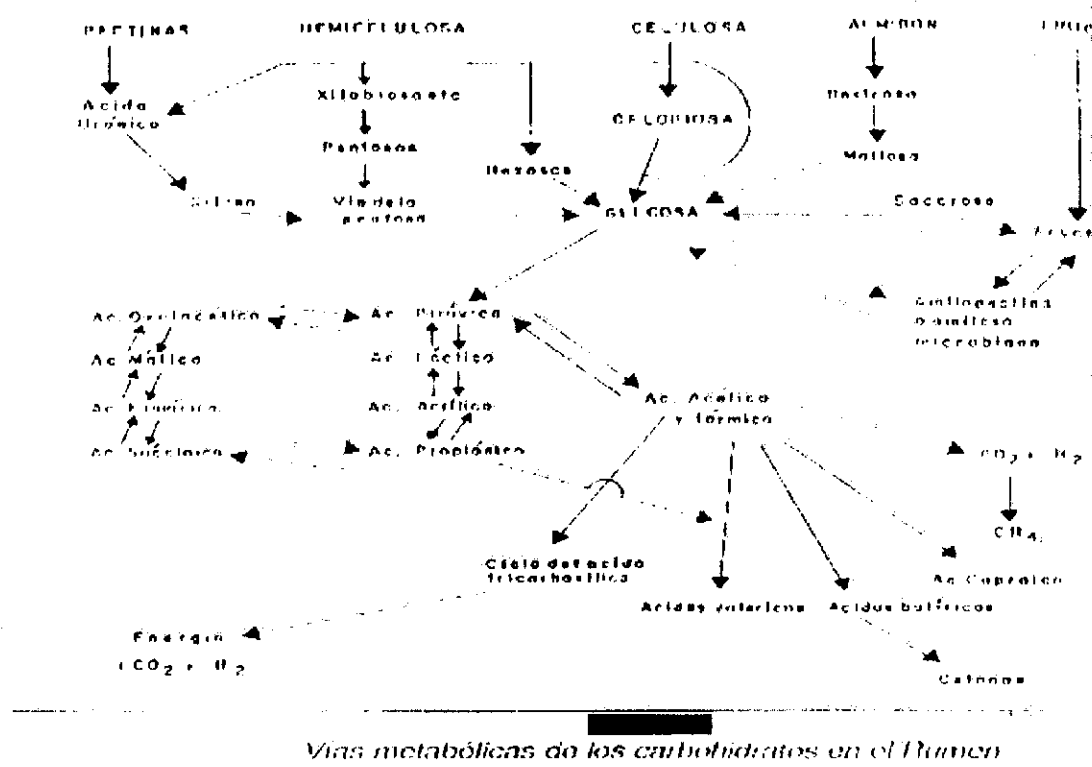


Figura 3. Vías metabólicas de los Carbohidratos en el Rumen.

La fibra y su utilización en rumiantes: De los aspectos estudiados en páginas anteriores se deduce la gran capacidad de los rumiantes para utilizar la fibra de los alimentos. La adaptación de su aparato digestivo está dirigida a utilizar elevados volúmenes de fibra, presentes en los pastos y forrajes que consume.

La fracción fibra bruta de un alimento influye sobremanera sobre el aprovechamiento de la misma, tanto por su cantidad (nivel en la dieta) como por su composición química. La celulosa pura es rápidamente digerida por los rumiantes e incluso por algunos monogástricos, pero si la celulosa es acompañada de lignina la digestibilidad de la fibra bruta disminuye.

Cuando en un alimento aumenta la fracción de fibra bruta, como ocurre en los pastos al madurar, suele ser debido a una mayor lignificación de las paredes celulares y por lo tanto se da un menor aprovechamiento (digestibilidad de la misma).

La fibra es generalmente de muy poca digestibilidad debido a la solubilidad de sus componentes y a la resistencia de estos a la acción de las enzimas del TGI y de los microorganismos. **Además, a medida que aumenta el contenido de lignina, la fibra es cada vez menos digestible. Esto es debido a que al combinarse la lignina con los demás componentes de la fibra los hace menos digestibles.**

La celulosa, hemicelulosa y la lignina son los componentes de las paredes celulares que sirven de sostén a las plantas. Al aumentar el espesor y resistencia de estas paredes hace que la acción de las enzimas digestivas y de los microorganismos sobre los distintos constituyentes del protoplasma celular sea más difícil y menos eficaz contribuyendo por tanto a que estas duras sustancias no puedan ser digeridas en una mayor magnitud lo cual se refleja también disminuyendo el valor nutritivo del alimento. **Así en muchos alimentos, por cada 1% de aumento en la fibra bruta, disminuye la digestibilidad del resto de la materia orgánica (MO) de 0,7 a 1 unidad en los rumiantes y el doble en los cerdos.**

5. LOS LÍPIDOS

Los productos vegetales y animales contienen sustancias insolubles en agua pero solubles en benceno, eter y cloroformo: designados con el nombre de lípidos. Este grupo comprende las grasas y compuestos afines, como los fosfolípidos, esteroides y otros.

Desde el punto de vista de las cantidades existentes en el cuerpo de los animales y en su alimentación, las grasas son sustancias más importantes del grupo, pero hay otros lípidos que ejercen también funciones de gran significación en la fisiología y en la nutrición.

Cuando un alimento se somete a la acción de un solvente se disuelve además de las sustancias grasas otras sustancias tales como pigmentos, etc. A todo este material separado por la extracción con solvente se le denomina "extracto etéreo" o grasa bruta.

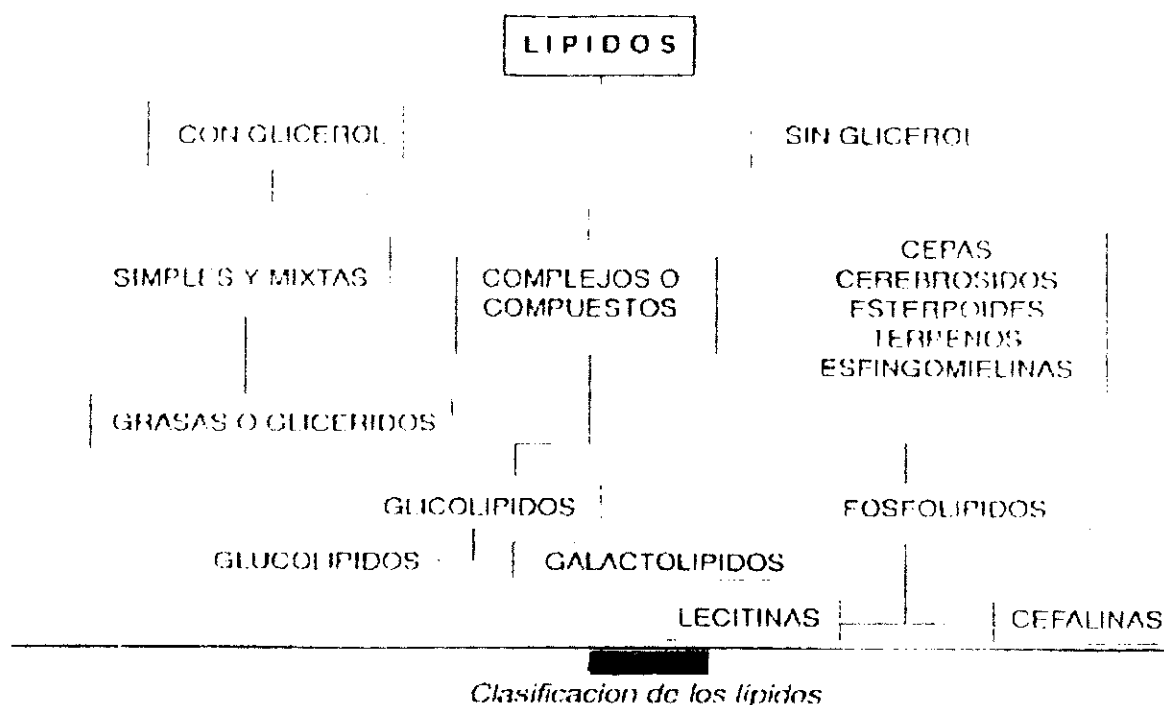


Figura 4. Clasificación de los lípidos

5.1. Digestión en rumiantes

Se sabía desde hace varios años que los depósitos grasos de los rumiantes están poco sometidos a modificación por cambios en la dieta o el aporte de cantidades relativamente grandes de grasas y aceites insaturados. En los monogástricos, por el contrario el aporte alimenticio de cantidades grandes de grasas insaturadas puede afectar marcadamente el depósito de grasa. La grasa depositada en los rumiantes contiene grandes cantidades de ácido esteárico (C₁₈:0), cantidades importantes de isómeros trans, así como ciertas cantidades de ácidos de cadena ramificada. La grasa de la leche, particularmente, contiene cantidades apreciables de ácido de cadena impar, los cuales no son característicos de los vegetales; así era evidente que la síntesis de estos ácidos tenía que realizarse en la panza o en los tejidos del organismo.

Investigaciones recientes señalan que la mayor parte de esta actividad tiene lugar rumen, produciéndose modificaciones características de la grasa contenida en la di como síntesis de los ácidos de cadena impar y de cadena ramificada.

Hidrolisis de las grasas

Los datos publicados sobre el metabolismo en el rumen de los lípidos de la dieta indican que en él tiene lugar una rápida hidrólisis. Se ha observado que el alcance de la hidrólisis de diferentes aceites y grasas (tanto vegetales como animales) va desde un máximo de alrededor del 93% (aceite de linaza) hasta un mínimo del 35% (espermaceti). Los vegetales son, en general, hidrolizados más completamente que las grasas animales o aceites de pescado.

Datos publicados por varios investigadores indican que el glicerol puede ser metabolizado por microorganismos del tipo *Selenomonas ruminantium*, dando ácido propiónico como principal producto de fermentación. Son gérmenes gramnegativos, cuyo número en el contenido de la panza sólo se modifica levemente administrando glicerina o triglicéridos. La administración de penicilina y otros antibióticos reduce la actividad lipolítica del contenido del rumen, lo cual explica el efecto de esta medida en la profilaxis del timpanismo.

A partir de los lípidos del alimento se liberan ácidos grasos por los microorganismos del rumen, que rompen mediante hidrólisis los enlaces estéricos. Sin embargo, apenas es posible evidenciar en la panza la presencia de productos intermedios de la degradación en forma de di y monoglicéridos.

Los ácidos grasos de cadena larga generados en la hidrólisis no son ni absorbidos ni metabolizados en los preestómagos.

Los alimentos vegetales cuentan con una fracción de grasa del 4 al 10% de la MS. Estas grasas vegetales se componen preferentemente de mono- y digalactosil - diglicéridos, en unión de fosfolípidos, triglicéridos, sulfolípidos y otros.

En el desdoblamiento de los galactosil-diglicéridos se producen además galactosa, que es metabolizada por los microorganismos del rumen produciendo AGV.

Hidrogenación de los ácidos grasos insaturados en el rumen

Los ácidos grasos de las grasas pueden ser hidrogenados total o parcialmente tras su hidrólisis en el rumen por las bacterias y protozoos allí existentes. La hidrogenación total de los ácidos oleico (18:1), linoléico (18:2) y linolénico (18:3) originan esteárico (18:0), mientras que la hidrogenación parcial de los mismos, produce isómeros dis y trans, así como isómeros de posición (existencia de doble enlaces conjugados).

Degradación de la glicerina y galactosa

El glicerol y la galactosa son metabolizados hasta AGV en el rumen, la glicerina preferentemente en propiónico, y la galactosa en acético, propiónico y butírico.

Formación de ácidos grasos de cadena larga en el rumen y composición de la microbiana

Según estudios realizados sobre ovejas, la cantidad de ácidos grasos de cadena larga que abandonan el abomaso es superior a la cifra de los mismos ingerida en el pienso. Este aumento es más marcado cuando se consumen raciones ricas en almidón que al tomar raciones con abundante fibra bruta. Alrededor del 80% del aumento de ácidos grasos de cadena larga en el rumen corresponden al esteárico, prevaleciendo en la fracción restante el palmítico. El aumento de esteárico sólo puede explicarse en parte, sin embargo, con la hidrogenación de ácidos de 18 átomos de C. insaturados.

Es probable que además tenga lugar un aumento de los ácidos esteárico y palmítico mediante el alargamiento de las cadenas de ácidos grasos cortos.

Las grasas de los microorganismos del rumen se caracterizan por su elevada cantidades de ácidos grasos ramificados con 13, 14, 15, 16 y 17 átomos de C, de ácidos grasos con un número impar de átomos de C y por la presencia de aldehidos. Además contienen ácidos grasos sin ramificar y ácidos de 18 átomos de C monoinsaturados.

Influencias sobre la composición de ácidos grasos de los depósitos adiposos

La hidrogenación total o parcial de los ácidos grasos en el rumen y las particularidades de los ácidos grasos microbianos, originan diferencias en la composición de los ácidos grasos de la leche y depósitos adiposos de los rumiantes en comparación con los animales monogástricos.

Destaca la elevada proporción de ácido esteárico en la grasa de depósito, la presencia de isómeros de ácidos insaturados con trans-dobles enlaces, la de ácidos grasos ramificados y de ácidos grasos con número impar de átomos de C. Los tres últimos son sin duda de origen exclusivamente microbiano.

6. LAS PROTEÍNAS

La Proteína es el componente más importante de los tejidos animales, ya que es el nutriente que aparece con mayor concentración en el tejido muscular de los animales.

Las proteínas son combinaciones orgánicas de estructura compleja y elevado peso molecular, que por hidrólisis se desintegran en elementos complejos denominados aminoácidos, los cuales se encuentran unidos entre sí de una forma característica, formando el protido. Se componen esencialmente de C, N, H, y O pero son también muy frecuentes el azufre y el fósforo y no son raros el cobre, hierro, calcio y el magnesio.

Todas las células contienen proteína y la renovación celular se produce con rapidez, especialmente en las células epiteliales del tracto intestinal. El aporte de proteína con la dieta resulta esencial para cubrir las necesidades de renovación, para el crecimiento y otras funciones productivas.

6.1. Digestión de las proteínas en los rumiantes

La función del abomaso corresponde a la del estómago de los animales monogástricos. El jugo gástrico tiene la misma composición cualitativa que el de los restantes animales, pero desde el punto de vista cuantitativo, la actividad digestiva proteolítica y la concentración de HCl son menores en el jugo gástrico de los rumiantes. En la vaca se producen diariamente hasta 100 litros de jugo gástricos y en la oveja unos 5-6 litros.

En animales lactantes las glándulas del abomaso quimosina, pepsinógeno y ácido clorhídrico (HCl). La quimosina y pepsinógeno se activan en medio ácido. La quimosina hace coagular la leche en medio neutro. La acción óptima proteolítica del fermento lab está en un pH 3,3 y la de la pepsina en pH 2,0. La actividad proteolítica es ya alta al nacimiento, aumentando hasta el 8^{vo} día de vida y disminuyendo después. En el abomaso del ternero actúa también la estearasa (lipasa) formada en la cavidad bucal, que hidroliza grasas en el estómago formados por ácidos grasos de cadena corta.

La leche tomada por rumiantes jóvenes llega con la saliva, a través del canal esofágico (gotera), directamente al abomaso. Aquí coagula la caseína, que constituye en los rumiantes el 80% del N total, por la acción del fermento lab. De esta manera se separa el suero que contiene la lactosa y las proteínas solubles y pasa rápidamente al intestino delgado. Cuando actúa el fermento lab se origina un coágulo relativamente consistente. El coágulo formado llena, tras la ingestión de leche, la mayor parte de la cavidad abomasal. Luego es degradado en el curso de 12-18 horas, ingresando, en el caso del ternero de 150 a 250 m. , por hora en el duodeno. Al volver a tomar leche, pueden incluirse en el nuevo coágulo restos del anterior.

Curso de la digestión en los rumiantes jóvenes. El curso digestivo peculiar de los rumiantes sólo se instaura al cabo de las primeras semanas o meses de vida. La degradación de los nutrientes tiene lugar, por consiguiente, en el ternero, cabrito y cordero sometido a dietas exclusivamente lácteas, en primer lugar en el abomaso e intestino delgado. A medida que aumenta la edad y el consumo de piensos sólidos, se va prolongando cada vez más la participación de los preestómagos en el proceso de la digestión.

Respecto a la degradación de la proteína en el intestino delgado del ternero, conviene señalar que inmediatamente después del nacimiento se segregan sólo escasas cantidades de tripsinógeno y quimotripsinógeno en comparación con la actividad de las enzimas proteolíticas del abomaso. En el 8^{vo} día de vida se registra ya una actividad enzimática muy superior a la correspondiente al primer día de existencia en lo referente a la secreción

pancreática. La edad del animal y la composición de la dieta influyen sobre la tasa de proteinasas pancreáticas. La digestibilidad de la proteína láctea ya es muy alta en los primeros días de vida. Las proteínas vegetales y las contenidas en la harina de pescado se digieren en cambio bastante peor y, cuando se utilizan para preparar sustitutos de la leche, provocan con frecuencia disminución en la ganancia de peso vivo y la aparición de diarrea. A medida que aumenta la edad, mejora la facultad de digerir sustancia proteicas de origen vegetal.

Suministro de compuestos NNP (Nitrógeno No Proteico)

En el alimento corriente se ingieren cantidades considerables de compuestos NNP, estos se transforman en el rumen con gran rapidez en NH_3 . (amoníaco)

En condiciones fisiológicas normales ingresa constantemente N ureico en el rumen por reciclación de la urea. La urea ingerida con el alimento es desdoblada por la acción de la bacterias del rumen en CO_2 y NH_3 , de forma semejante a lo que sucede con la urea de origen endógeno. Para la utilización y absorción del NH_3 es indiferente cual sea su origen. De aquí que los compuestos NNP puedan en los rumiantes sustituir a las proteínas como fuente de nitrógeno.

Esta posibilidad se ha aprovechado de manera creciente suministrando compuestos NNP fabricados a escala industrial para ahorrar fuentes propiamente proteicas. Entre todos los compuestos NNP ha alcanzado la urea el máximo empleo en la alimentación animal.

Una vez llegada al rumen, la urea es desdoblada en CO_2 y NH_3 por la ureasa de determinadas bacterias del rumen. La ureasa, enzima de gran actividad, se halla ligada a las células y su pH óptimo de actuación se encuentra entre 7 y 9. Se ha demostrado que 100 g. de contenido ruminal desdoblan unos 100 g. de urea/hora. De aquí se deduce que tras la ingestión de raciones con urea se origina un aumento súbito y elevado de la concentración de NH_3 en el rumen, cuando los animales toman este alimento sin estar acostumbrados a él, sin la correspondiente adición de carbohidratos fácilmente digestible.

La urea y otros compuestos pueden suministrarse a los rumiantes adicionándolos a los piensos, ensilado de maíz, melazas, etc.

La administración directa de urea no es procedente, debido al peligro que implica la dosificación excesiva.

En lo que se refiere a la cantidad de urea suministrada, generalmente se recomienda una sustitución del 25-33% de N, total necesario, o bien una fracción que puede ir del 1 al 3% de la ración. No debe exceder en la práctica un valor de unos 120g, de urea por día.

Para el aprovechamiento eficaz del nitrógeno de la urea y de la prevención de las intoxicaciones, hay que observar las siguientes precauciones:

1. Los animales deben adaptarse a la ingestión prevista aumentando la dosis diaria de urea a lo largo de 10-15 días.
2. La ración contendrá cuantías adecuadas de carbohidratos de fácil digestión.
3. No se suministrará pienso conteniendo urea después de prolongados períodos de hambre.
4. Se excluirán los animales enfermos y los transitoriamente debilitados.

La disponibilidad de aprovechar los compuestos NNP en el rumen para la síntesis de aminoácidos es la ventaja decisiva que ofrece dicho estómago en relación con el metabolismo de los compuestos nitrogenados.

Las fuentes proteicas pueden, en virtud de lo expuesto, destinarse en mayor proporción a la alimentación de cerdos y aves.

6.2. Valor Nutritivo de la Proteína Microbiana

La digestibilidad de la proteína bacteriana es relativamente baja. Según los resultados de una experiencia de alimentación en la que se suministró a las ratas, bacterias del rumen desecadas, la digestibilidad era de 74% mientras que para los protozoos la digestibilidad fue de 90%. En este caso debe considerarse que durante la desecación las células bacterianas experimentan con facilidad un proceso de hidrólisis, mientras que las bacterias vivas intactas no muestran una digestibilidad tan elevada. La causa de la relativamente baja digestibilidad de las proteínas bacterianas estriba en que ésta se halla protegida por paredes celulares de difícil digestión.

El valor biológico de los preparados desecados de bacterias y protozoos del rumen es para la rata del 80-81%, es decir, una cifra bastante alta. La composición en aminoácidos de la proteína microbiana no muestra grandes diferencias con respecto a la ración consumida aún cuando puedan diferir ostensiblemente en el nivel de proteína y el aprovechamiento de ésta. El espectro de los aminoácidos presentes en los microorganismos se parece al de la proteína vegetal. Una excepción entre los aminoácidos esenciales la constituyen la lisina, que se halla en los protozoos en superior proporción que en las proteínas foliares, y en menor grado la leucina, isoleucina y fenilalanina. El valor biológico de la proteína vegetal no varía por consiguiente de forma radical al realizarse la transformación en proteína microbiana.

En resumen puede afirmarse que al ingerir raciones con proteínas de alto valor biológico, son relativamente escasas las ventajas de un mejor aprovechamiento, como consecuencia de las pérdidas de N por la orina, de la digestibilidad relativamente escasa de la proteína bacteriana y de la formación secundaria de ácidos nucleicos.

Hemos hablado de la digestión de los distintos nutrientes por parte de los organismos poligástricos, no está de más hacer una breve reseña de la fisiología de los mismos.

El uso continuado de los rumiantes para la producción de carne, leche, cuero, lana o pelo se justifica por:

- * Su habilidad para digerir fuentes de carbohidratos no digeribles por monogástrico
- * Su capacidad de utilizar nitrógeno no protéico y suplir sus necesidades de proteínas a través del crecimiento microbial en el rumen.
- * Su uso eficiente de la proteína alimenticia, siempre y cuando esté protegida de la fermentación ruminal.
- * Su utilización eficiente de los lípidos en la dieta para propósitos productivos.

A partir de la anterior introducción, es obvio que la clave para la alimentación de rumiantes se base en la comprensión de los mecanismos involucrados en la fermentación del alimentos y la disponibilidad de productos finales a partir de ésta

7. LOS MINERALES

Numerosos estudios han establecido que en nuestros suelos existe una sensible deficiencia de minerales, factor que incide negativamente en la producción agrícola y ganadera.

La insuficiencia de minerales como calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, cobalto, yodo, zinc, flúor y azufre, producen en el ganado una serie de enfermedades fisiológicas que se manifiestan por síntomas tales como:

Retraso del crecimiento y engorde
Pelo erizado
Baja producción de leche
Alta mortalidad de los terneros
Deformaciones
Propensión a fracturas
Reducción de la fertilidad
Bajo rendimiento de la explotación de la industria ganadera.

7.1. Importancia de los Minerales

Calcio y Fósforo

Una relación entre 1:1 a 2:1 de Ca y P es usualmente recomendable. En el ganado vacuno, la deficiencia mineral más común en el mundo es la de P. En la mayoría de las áreas de pastoreo en los países tropicales, los suelos y forrajes tienen bajo contenido de P. La falta de P, se ha relacionado principalmente con botulismo bovino y afosforosis. Ambas condiciones resultan de una severa deficiencia de P, con el ganado exhibiendo crecimiento y reproducción inadecuada y un apetito depravado llamado "pica", ilustrado por la masticación de huesos. Bajo las condiciones de una severa deficiencia de P, el ganado puede pasar 2 o 3 años sin reproducir un ternero o aún sin entrar en celo.

Yodo

La deficiencia de I en el hombre y los animales, manifestada en el bocio endémico, es una de las enfermedades más predominantes de deficiencia y ocurre en casi todos los países del mundo.

Cobre

Con la excepción del P, la deficiencia de Cu es la limitación más preponderante para el ganado en pastoreo en las regiones de los trópicos. Las deficiencias de Cu en los rumiantes, como la de Co, ocurren principalmente en condiciones de pastoreo, incluyendo síntomas como reducción de fertilidad, apetito y crecimiento.

Cobalto

La deficiencia de Co ocurre en grandes áreas en muchos países. A excepción del P y Cu, la de Co es la mayor limitación mineral para el ganado en pastoreo en los países tropicales. Los síntomas de deficiencia de Co no son específicos y muchas veces es difícil distinguir entre una deficiencia de Co y la malnutrición debido al bajo consumo de proteína y energía. Sin embargo, el ganado deficiente en Co responde rápidamente al tratamiento de Co, recuperando su apetito, vigor y peso. Las subdeficiencias y los estados marginales de Co son muy comunes, caracterizados por bajas tasas de producción sin manifestaciones

clínicas o síntomas visibles. Por lo tanto, las subdeficiencias de Co muchas veces pasan desapercibidas y resultan en grandes pérdidas económicas para la industria ganadera

Selenio

El Se es necesario para el crecimiento y la fertilidad de los animales y para la prevención de varias enfermedades que muestran respuestas variables al suministro de vitamina E. El uso de las mezclas de sal fortificadas con Se parece ser el método más prometedor para la prevención de enfermedades causadas por deficiencia de Se.

Zinc

Hace tiempo se creyó que la deficiencia de Zn era poco probable en el ganado en pastoreo bajo condiciones prácticas. Los síntomas iniciales de la deficiencia de Zn incluyen reducciones en : consumo de alimento, tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia. el zinc debe de estar presente en la dieta de todos los animales domésticos y debe de suplirse continuamente. La suplementación de sal con este elemento así como el uso de bolos ruminales son las formas más eficientes de suplementar el Zn.

Hierro y Manganeseo

Las investigaciones realizadas en las regiones tropicales muchas veces indican que los suplementos de minerales trazas deben contener Co, Cu, I, Se y Zn. La necesidad de Fe y Mn adicional parece menos cierta debido a que la mayoría de los suelos tropicales son ácidos, lo que generalmente resulta en concentraciones de estos elementos en el forraje en exceso de los requerimientos de los animales.

8. APARATO DIGESTIVO DE LOS RUMIANTES

La boca y los dientes de los rumiantes están bien adaptados para la aprehensión y trituración de las partículas vegetales, y en la boca existen glándulas salivales bien desarrolladas. Inclusive cuando el pasto es acuoso hay abundante salivación, lo que facilita la masticación del alimento.

El estómago verdadero o abomaso está precedido de tres divisiones o divertículos cubiertos por un epitelio estratificado escamoso. El rumen y el retículo están conectados por un orificio grande y el movimiento de digesta entre estos dos divertículos en general no es restringido. Por consiguiente, el rumen y el retículo en conjunto con el omaso se conocen como el rumen. La gota esofágica se extiende desde el cardias hasta el omaso. Está formada por dos pliegues musculares los cuales se pueden cerrar para dirigir materiales desde el esófago hacia el abomaso sobrepasando el rumen. La gota esofágica es menos funcional en los rumiantes adultos que en los animales que aún están mamando, a no ser que el estirulo se haya prolongado a la edad adulta.

El orificio retículo-omasal es una válvula que retiene partículas alimenticias en el rumen hasta que se reduzcan a un diámetro de 2mm.

El omaso es esférico y está cubierto de papilas cortas dispuestas de tal forma que el bolo alimenticio se desplaza (a través de las láminas) hacia el abomaso. Una buena parte de la absorción de agua y electrolitos ocurre en este organo.

El abomaso (o estómago), duodeno, yeyuno e ileón (intestino delgado) parecen tener funciones similares a las que tienen en los animales monogátricos. En estos órganos los microorganismos del rumen y los residuos sin fermentar pero digestibles de los alimentos están sujetos a la digestión enzimática y sus productos son absorbidos. El intestino grueso (que consiste de ciego y colon) es posterior al ileón y se une a éste en el orificio ileo cecal. El ciego tiene un saco que se proyecta en la parte posterior lateral. Las áreas del ciego y colon son zonas de colonización microbial y allí hay procesos de fermentación.

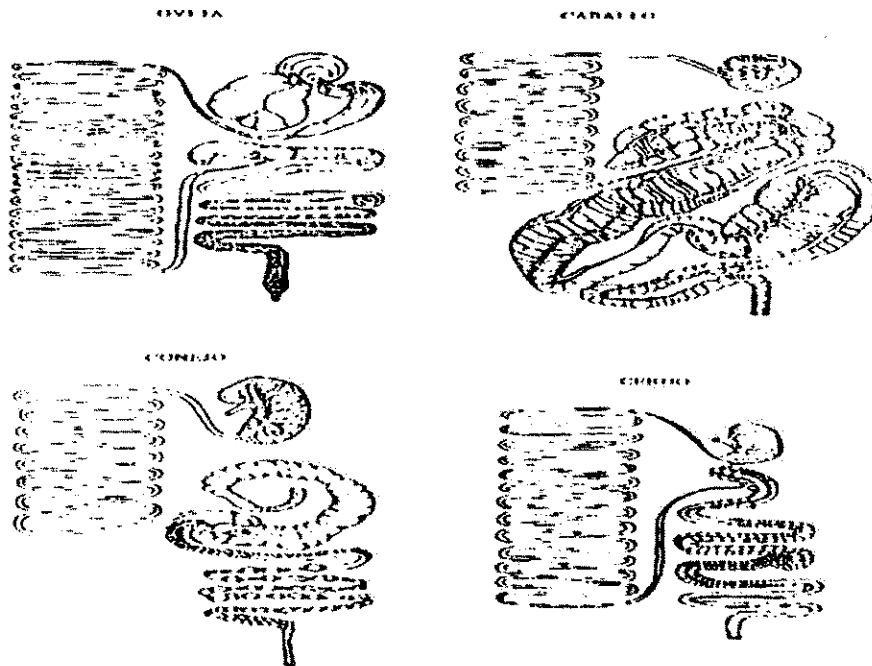


Figura 5. Aparatos Digestivo

9. DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE LOS CARBOHIDRATOS EN MONOGÁSTRICOS

Digestión de los alimentos que tiene lugar en la boca es fundamentalmente de naturaleza mecánica. Tiene dos fines principales: Dividir el alimento en fragmentos o partículas y mezclarlo con la saliva, que actúa como lubricante.

La saliva está compuesta principalmente por agua (un 99%) y mucina, sales inorgánicas y el enzima α amilasa (ptialina). Este enzima ha sido detectado en la saliva del cerdo y no es probable que actúe, pues el alimento es tragado rápidamente y pasa al estómago, donde el pH es inapropiado para la acción de la α - amilasa. Es probable que una porción del almidón sea digerida, pues el alimento no se impregna inmediatamente con el jugo gástrico

Este enzima hidroliza los enlaces α -1,4 glucocídicos en los polisacáridos que contengan 3 unidades de D-glucosa en adelante. De esto se desprende que actúa sobre el almidón glucógeno y polisacáridos.

Digestión en el Intestino Delgado

Es ya conocido, que al intestino se vierten 4 tipos de secreciones: el jugo duodenal, la bilis, el jugo pancreático y el jugo entérico.

La enzima α -amilasa, presente en la secreción pancreática, tiene la misma función que la presente en la saliva. Ataca las uniones glucocídicas α -1,4

Hasta hace poco era generalmente admitido que en el jugo entérico estaban presente las enzimas responsables de la hidrólisis de los disacáridos. Los conocimientos actuales indican que los disacáridos pueden ser absorbidos por las células de la mucosa intestinal y en su interior son atacadas por enzimas intracelulares que los convierten en sus respectivos monosacáridos. Por ejemplo, hidrólisis de la sacarosa en fructosa y glucosa.

Las enzimas que actúan sobre los disacáridos son: SACARASA, MALTASA Y LACTASA que actúan sobre los disacáridos sacarosa, maltosa y lactosa respectivamente. Además, se segrega oligo-1,6- glucosidasa, que actúa a las dextrinas límite y la trehalasa que hidroliza la trehalosa.

En resumen, de acuerdo con el siguiente esquema, la digestión de los carbohidratos en el intestino delgado puede expresarse así.

ENZIMAS QUE HIDROLIZAN ENLACES GLUCOCIDICOS

NOMBRE	FUENTE	SUBSTRATO
α -amilasa	Páncreas	Almidón, glucógeno, dextrina
Maltasa	I. Delgado	Maltosa
Oligo-1.6 glucosidasa	I. Delgado	Dextrinas
Lactasa	" "	Lactosa
Sacarasa	" "	Sacarosa
Trehalasa	" "	Trehalosa

Las secreciones digestivas en el animal joven difieren con relación al adulto. La actividad de la α -amilasa es baja hasta en los 10 primeros días aunque siempre va en aumento. La maltasa y la sacarasa son poco activas al principio, en cambio, la lactasa tiene gran actividad en el lactante.

Digestión de los Carbohidratos en el intestino grueso

Los productos de la hidrólisis de los carbohidratos son absorbidos casi enteramente a su paso por el intestino delgado, por lo que cuando alcanzan el cólon la mayoría de las sustancias hidrolizadas lo han abandonado ya. Los alimentos contienen siempre una porción que no es atacable por los enzimas en el intestino delgado. Tal ocurre en los monogástricos con la **celulosa** y **hemicelulosa**.

La **lignina** no es un CHO pero generalmente se le estudia al mismo tiempo debido a su asociación con dichos compuestos para formar parte de la pared celular. Aunque no se sabe cual es la estructura exacta de la molécula de la lignina, se cree que la unidad básica es un radical fenil propílico. $\text{OH}_2\text{-OH}_2\text{-OH}_2$.

La lignina es muy resistente a los ácidos y a la acción de los microorganismos. En general se considera que no puede ser digerida en absoluto por los animales.

La digestión en el intestino grueso se lleva a cabo por enzimas que pasarán con el alimento desde el intestino delgado o como resultado de la actividad microbiana, ya que las glándulas de este tramo intestinal son principalmente mucosas y no contienen enzimas.

Por estudios sobre digestibilidad hechos en el cerdo, se sabe que posee cierta capacidad para descomponer la celulosa, por lo que la desintegración se realiza en el intestino grueso gracias a la acción bacteriana. Ensayos recientes han permitido medir las cantidades de ácidos orgánicos producidos por este órgano. Sin embargo la capacidad del cerdo para digerir la celulosa y otros polisacáridos complejos es pequeña comparada con la del caballo y los rumiantes. Esta capacidad en las aves es más reducida aún.

También es posible que ocurra fermentación en el intestino grueso a expensas de carbohidratos de fácil digestión en el intestino delgado.

Esto puede ocurrir cuando la actividad de cierta enzima no es lo suficiente como para hidrolizar toda a cantidad del carbohidrato específico en el intestino delgado. Como ejemplos en este caso podemos citar escape de sacarosa y lactosa hasta el ciego, porque la actividad de la **sacarasa** y **lactasa** respectivamente no es suficiente para desdoblar los elevados volúmenes de disacáridos que presentan los alimentos.

De esto se deriva una extensa fermentación bacteriana en el intestino grueso a expensas de estos azúcares fácilmente fermentables.

También pueden arribar azúcares de fácil digestión al intestino grueso por un aumento en la velocidad de tránsito o pasaje. En esta situación no permanecen los carbohidratos el tiempo necesario en el intestino delgado para ser hidrolizados y escapan, por tanto, intactos hasta el intestino grueso.

La digestión de los carbohidratos en las aves presentan algunas diferencias en relación con los mamíferos monogástricos.

Las enzimas de las secreciones digestivas de las aves son similares, por ejemplo, a las del cerdo, aunque no se ha comprobado la existencia de **lactasa**. En la saliva de las aves existe α - amilasa cuya acción se continúa en el buche. En el buche existe cierta actividad microbiana que da como resultado la formación de ácidos orgánicos.

Como en otros monogástricos, en el intestino de las aves existe actividad de α - amilasa pancreática, maltasa y sacarasa. En los ciegos ocurre fermentación microbiana de la misma forma que se presenta en el cerdo, pero los ciegos en las aves son fundamentalmente órganos de absorción y no son esenciales.

La molleja sirve para triturar los alimentos hasta convertirlos en una pasta.

La Fibra y su Utilización

En el intestino delgado no existen condiciones favorables para el desarrollo de los microorganismos, pero en el intestino grueso sobre todo en el ciego, hay una gran actividad microbiana. Por los estudios de digestibilidad hechos en el cerdo se sabe que tiene cierta capacidad para descomponer la celulosa, gracias a la actividad de los microorganismo en este tramo del tubo digestivo. Sin embargo la capacidad del cerdo para digerir la celulosa y otros polisacáridos complejos es pequeña comparada con la del caballo y los rumiantes que tienen un aparato digestivo especialmente adaptado para digerir alimentos fibrosos

Por la acción de los microorganismos sobre los polisacáridos no se producen azúcares, sino más bien ácidos grasos volátiles (AGV) como acético, propiónico y butírico.

El rumiante, debido al gran tamaño de su modificado aparato digestivo y el gran número de microorganismos que contiene, posee mayor capacidad que el caballo para digerir los voluminosos. En el caballo, una porción considerable del alimento puede ser digerido por los microorganismos de su intestino grueso.

El estómago del caballo es sencillo, pero el colon y ciego tienen una gran capacidad, con actividad bacteriana en los mismos similar a la del rumen. En ellos se digiere la celulosa y se producen y se absorben ácidos grasos, aunque la digestión de la celulosa no es tan completa como en los rumiantes. La digestión de los CHO fácilmente fermentables es limitada en el intestino grueso, por que generalmente son degradados y absorbidos en el intestino delgado. En el caso del conejo gracias al mecanismo de coprofagia puede utilizar con mayor eficacia los alimentos, los cuales además son sometidos a la acción microbiana durante la estadía (12 H) en un tramo del intestino grueso del mismo por lo que la fibra tiene un más alto grado de aprovechamiento que otras especies monogástricas.

Debido a que la digestión microbiana se realiza en los últimos tramos del intestino (ciego y colon), el caballo tiene la desventaja, en comparación con el rumiante, de que los productos de la digestión microbiana tienen menos oportunidad de ser absorbidos y ninguna de ser sometidos a una acción posterior por las enzimas del animal.

La fracción fibra bruta de un alimento influye sobremanera sobre el aprovechamiento de la misma, tanto por su cantidad (nivel en la dieta) como por su composición química. La celulosa pura es rápidamente digerida por los rumiantes e incluso por algunos monogástricos, pero si la celulosa es acompañada de lignina la digestibilidad de la fibra bruta disminuye.

Cuando en un alimento aumenta la fracción de fibra bruta, como ocurre en los pastos al madurar, suele ser debido a una mayor lignificación de las paredes celulares y por lo tanto un menor aprovechamiento (digestibilidad de la misma).

La fibra es generalmente de muy poca digestibilidad debido a la solubilidad de sus componentes y a la resistencia de estos a la acción de las enzimas del TGI y de los microorganismos.

Además a medida que aumenta el contenido de lignina es la fibra ésta es cada vez menos digestible. Esto es debido a que al combinarse la lignina con los demás componentes de la fibra los hace menos digestible.

La celulosa, hemicelulosa y la lignina son los componentes de las paredes celulares que sirven de sostén a las plantas. Al aumentar el espesor y resistencia de estas paredes hace que la acción de las enzimas digestivas y de los microorganismos sobre los distintos constituyentes del protoplasma celular sea más difícil y menos eficaz contribuyendo por tanto a que estas duras sustancias no puedan ser digeridas en una mayor magnitud lo cual se refleja también disminuyendo el valor nutritivo del alimento. Así en muchos alimentos por cada 1% de aumento en la fibra bruta, disminuye la digestibilidad del resto de la materia orgánica (MO) de 0,7 a 1 unidad en los rumiantes y el doble en los cerdos.

10. Digestión y Absorción de los lípidos en Monogástricos

La digesta pasa el intestino delgado y a partir de ese momento presenta ya una consistencia semilíquida o líquida, y recibe la denominación de quimo. En el canal entérico el quimo entra en contacto con nuevas secreciones digestivas que prosiguen la degradación de alimentos.

Las grasas son en primer lugar emulsionadas.

Antes de su ingreso en el intestino, la grasa de los alimentos es degradada, en solo muy pequeña proporción en el estómago; siendo por ello importantísima la misión de la lipasa pancreática (muy activa) en la degradación de las grasas a nivel del intestino delgado. La lipasa pancreática escinde las grasas, pasando por diglicéridos y monoglicéridos, pudiendo incluso hidrolizarlas completamente en ácidos grasos y glicerina.

La grasa de coco es la que más rápidamente se hidroliza; le siguen en orden decreciente de velocidad de degradación, el aceite de semilla de palma, la mantequilla y, sin diferencia entre sí, la manteca de cerdo, la de buey y el cebo.

El pH óptimo para la acción de la lipasa pancreática se sitúa en 8.0.

Cuando el contenido gástrico penetra en el duodeno tiene lugar la transformación en jabones de una parte de los ácidos grasos libres, a causa de la elevada cantidad de bicarbonato existente en el jugo pancreático. Estos jabones, junto con los ácidos biliares, actúan emulsionando las grasas; el grado de emulsión alcanzado es de gran importancia para la actividad de las lipasas. La formación de gotitas de grasa en suspensión (emulsión) aumenta enormemente la superficie de contacto de la grasa original y por tanto aumenta el área de ataque para la lipasa. La falta de jugo pancreático en el intestino produce trastornos graves de la digestión, sobre todo la degradación de lípidos, y además altera la absorción de los productos de degradación de las grasas y de las vitaminas liposolubles.

La bilis formada en el hígado, constituye tanto una excreción como una secreción. Por una parte, cierto número de productos metabólicos, por ejemplo, los pigmentos biliares, abandonan el organismo por vía biliar y, por otra parte, se contiene en la bilis compuestos químicos en forma de ácidos biliares que son de gran importancia para el proceso digestivo de los lípidos.

Los ácidos biliares que junto con la bilis son vertidos al intestino son reabsorbidos en su mayor parte en el íleon, mediante transporte activo, después de la absorción de monoglicéridos y ácidos grasos. Después de ser separados de los ácidos grasos pasan a la circulación portal y son transportados de nuevo al hígado. En cada ciclo se pierde de 10-20% de los ácidos biliares, cantidad que debe ser repuesta de manera continua por el hígado.

Degradación de los Lípidos en el Intestino Delgado

Al ingerir raciones con un contenido corriente de grasa, se desdobra o hidroliza la mayor parte de la grasa alimentaria, y sólo una escasa proporción es absorbida como grasa por la mucosa intestinal. La emulsión de las grasas, su hidrólisis y la formación de micelas son el requisito previo para la absorción de los ácidos grasos de cadena larga.

Las grasas alimentarias se emulsionan en el intestino delgado con la colaboración de las sales de los ácidos biliares como detergentes. Los ácidos biliares contribuyen a la formación de las fases micelares en la luz del intestino.

La lipasa pancreática rompe los enlaces estéricos de la grasa emulsionada, produciéndose monoglicéridos y ácidos grasos libres, como productos del desdoblamiento.

Los ácidos grasos generados en el desdoblamiento y los que pudieran estar inicialmente presentes en el alimento, forman con los monoglicéridos y ácidos biliares unos agregados cargados negativamente y que se conocen con el nombre de micelas.

Estas poseen un diámetro de 40-50 Å y pueden penetrar bien en los espacios intermedios entre los distintos microvilli de la franja pilosa (500-1000 Å). En cualquier caso, sólo una parte de los monoglicéridos y ácidos grasos del contenido intestinal se halla en fase micelar, que experimenta entonces una rápida absorción.

Con la formación de micelas se produce, en comparación con las grasas emulsionadas, una acusada disminución del volumen de los glóbulos grasos y un aumento de 1000 veces de su superficie. De un glóbulo en emulsión pueden producirse 10 millones de micelas.

Mediante la absorción de los ácidos grasos y monoglicéridos contenidos en las micelas, se liberan los ácidos biliares y pueden colaborar en la emulsión de las grasas o bien son absorbidos en el íleon.

Concretamente las sales biliares contribuyen al proceso de emulsión de las grasas subdividiendo los glóbulos de grasa del alimento en partículas más pequeñas los quilomicrones. Con esto aumenta enormemente la superficie de contacto entre la lipasa la grasa, facilitándose la degradación.

Producto de esta degradación se producen monoglicéridos y ácidos grasos libres que en unión de las sales biliares forman partículas aún más pequeñas que los quilomicrones las micelas, facilitándose con ello el proceso de absorción.

Los productos absorbidos por esta vía llegan al hígado por circulación portal.

Además, la formación de quilomicrones permite que la mucosa intestinal, por el proceso de pinocitosis; absorba grasa intacta, pasándola a la linfa.

11. DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE PROTEÍNAS EN MONOGÁSTRIC

La Digestión en el Estómago

Tras la deglución, el bolo alimenticio llega al estómago y es sometido a la digestión gástrica en la que juega un papel decisivo la secreción del jugo gástrico.

Este tiene como componentes orgánicos la pepsina, gastricsina y quimosina del abomaso. La pepsina es el más importante de los enzimas elaborados por la mucosa gástrica iniciando la hidrólisis de la proteínas. La pepsina procede de las células principales de la glándulas fúndicas, de las que es segregada en forma de pepsinógeno (inactivo). bajo la acción del ácido clorhídrico (HCL) se activa el pepsinógeno dando lugar a la pepsina activa. Posteriormente puede continuar la activación del pepsinógeno por acción autocatalítica de la pepsina.

Mediante la pepsina son degradados a péptidos todos los componentes proteicos de la dieta. Se rompen preferentemente aquellos enlaces peptídicos cuyo grupo amino proceden de la tirosina o la fenilalanina.

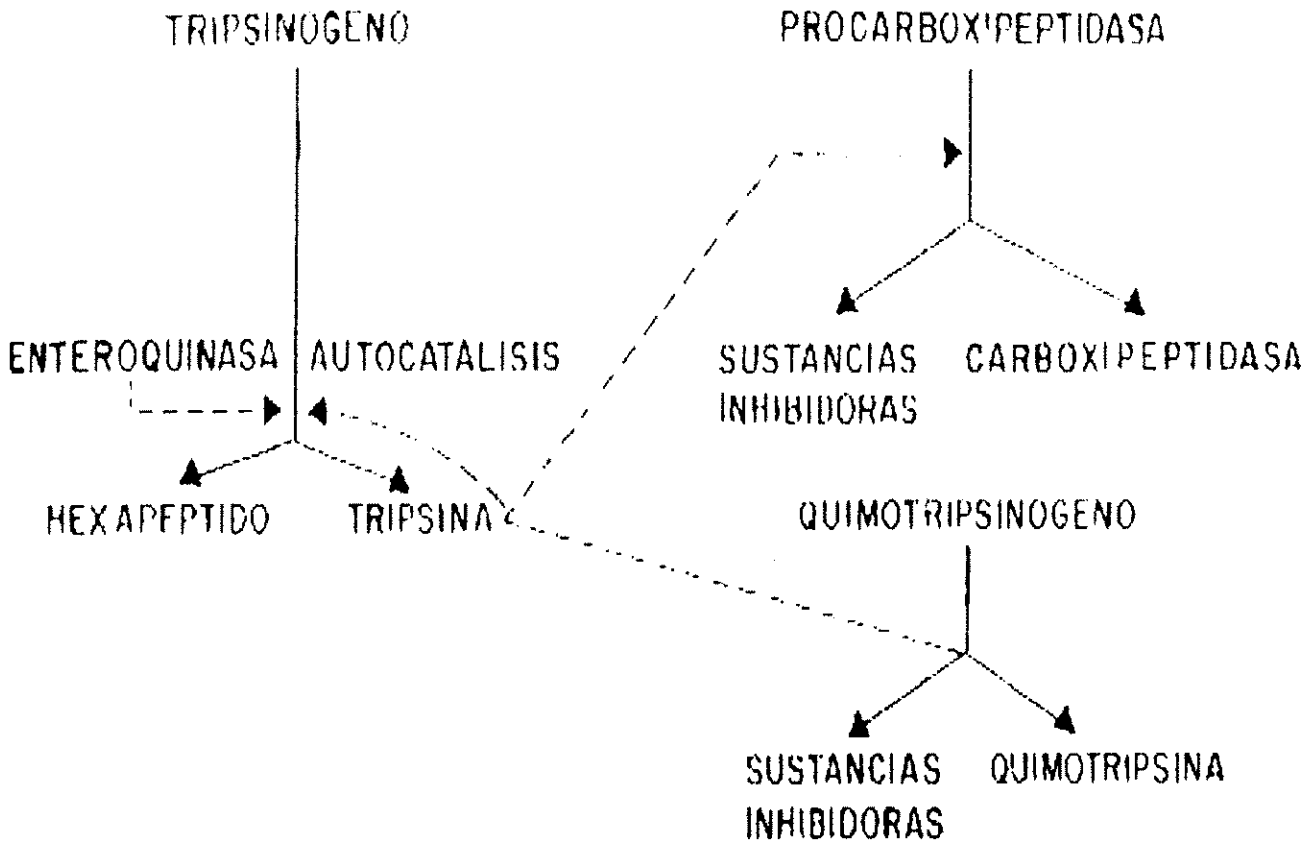
Las condiciones óptimas de actividad de la pepsina se sitúa a un nivel notablemente ácido, que oscila entre pH 1 y 2.

En los componentes inorgánicos del jugo gástrico, el HCL representa la porción inorgánica más importante. El HCL se forma en las células parietales de las glándulas fúndicas. El HCL presente en el jugo gástrico se halla o bien en forma de HCL libre o bien en forma compleja ligado a las proteínas, a la saliva y al mucus.

La suma del HCL libre y combinado da lugar, junto con las sales ácidas y los restantes ácidos orgánicos e inorgánicos presente, a la acidez total del contenido gástrico.

Las misiones del HCL en el estómago consisten en la activación del pepsinógeno y en la inhibición de las proteínas (colágeno, etc). Simultáneamente ejerce una potente acción antiséptica sobre el contenido gástrico.

La pepsina actúa sobre la leche, semejándose en este acto a la renina del jugo gástrico del ternero.



Activación del tripsinógeno quimiotripsinógeno y procarboxipeptidasa

Figura 6. Activación del tripsinógeno, quimiotripsinógeno y carboxipeptidasa

La Digestión en el Intestino Delgado

En términos generales, el intestino es la parte del tracto gastrointestinal más importante para la digestión, y en la cual se degradan la mayoría de los alimentos. También tiene lugar en el intestino la formación de heces; junto con los residuos alimenticios no utilizables y no digeridos, por la mucosa o las glándulas del intestino, por lo que éste tiene las características de un verdadero órgano excretor.

La pared intestinal constituye un importante órgano del metabolismo intermediario, cuya trascendencia queda demostrada por el variado surtido de enzimas de que dispone y por el gran número de síntesis que en ella se verifican.

La mucosa entérica presenta una actividad metabólica intensa, a la que se deben numerosas transformaciones y alteraciones realizadas en los productos digeridos en vías de absorción. También existen diversas hormonas que intervienen en el desarrollo de los procesos digestivos. En la secreción pancreática existen 3 enzimas con actividad proteolítica; el tripsinógeno, el quimotripsinógeno y una carboxipeptidasa.

La tripsina, así como la quimotripsina, son generados por las células secretoras pancreáticas en forma de precursores inactivos. El jugo pancreático al ser vertido al intestino, y merced a la acción del enzima enteroquinasa elaborado por la mucosa duodenal, sufre la activación de uno de los precursores inactivos que contiene, el tripsinógeno, que es activado a tripsina. La tripsina formada de esta manera actúa por vía autocatalítica, produciendo la activación del tripsinógeno restante. Por efecto de la tripsina se genera finalmente quimotripsina activa a partir del quimotripsinógeno inactivo. Las correlaciones de dependencia entre la activación del tripsinógeno, quimotripsinógeno y procarboxipeptidasa se da en la figura precedente.

La tripsina y quimotripsina manifiestan una actividad óptima en medio alcalino débil (pH 7-9).

Mediante ambas enzimas progresa la degradación de proteínas que había sido iniciada en el estómago por la pepsina. La quimotripsina escinde aquellos enlaces peptídicos cuyos grupos carboxilos pertenezcan a la tirosina o fenilalanina, en tanto que la tripsina rompe los enlaces peptídicos que posean un grupo carboxilo perteneciente a la lisina o a la arginina. La quimotripsina posee una potente actividad favorecedora de la coagulación de la leche.

La actividad de la carboxipeptidasa consiste en separar de los polipéptidos aquellos aminoácidos que tengan un grupo carboxilo terminal libre. La procarboxipeptidasa es activado a carboxipeptidasa por la tripsina en el intestino.

El desdoblamiento de los polipéptidos en el intestino se realiza en parte en situación intraluminal por los enzimas pancreáticos (tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa), así como mediante digestión membranosa y degradación intracelular con ayuda de las enzimas aminopeptidasas y dipeptidasas de la mucosa intestinal.

Las enzimas proteolíticas pancreáticas dan como productos finales de la hidrólisis péptidos y aminoácidos libres. El ulterior desdoblamiento de los péptidos y oligopéptidos se verifica mediante digestión membranosa o estrictamente intracelular.

Alrededor de 1/3 de los dipeptidos puede atravesar las membranas celulares. En la región marginal pilosa de las células epiteliales existen especialmente dipeptidasas y aminopeptidasas que garantizan la ruptura de los enlaces peptídicos mediante contacto del sustrato con la mucosa.

PREGUNTAS DE REPASO

1. Explique usted la importancia de la nutrición animal en la ganadería.
2. Elabore un gráfico donde presente la clasificación de los nutrientes.
3. Mencione las funciones de los CHO, lípidos y Proteínas
4. Explique los procesos de digestión de CHO, Proteínas y Lípidos en Rumiantes
5. Explique los procesos de digestión de CHO, Proteínas y Lípidos en Monogástricos.
6. Explique usted las diferencias entre el TGI de Rumiantes y Monogástricos.
7. Mencione las funciones de los minerales mas importantes en el cuerpo de animales.
8. Mencione las funciones de las vitaminas.
9. Explique los síntomas de deficiencias de vitaminas en animales domésticos.
10. Explique usted los síntomas de deficiencias de minerales en los animales domésticos.
11. Mencione la estrategia a utilizar para suplir urea a bovinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Cheng K J. Et al. 1984. Electron microscopy of bacteria involved in the digestion of plant cell walls. *Animal feed Science and Technology* 10.
- De Alba, J. 1983. Alimentación del Ganado en América Latina.
- Londoño, F. 1988 Fundamentos de Alimentación Animal.
- McDowell L. et al. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en Regiones tropicales
- Mendieta. B. 1993. Compendio de Nutrición Animal.
- Morrison. F. 1966. Compendio de alimentación del Ganado.
- Preston. T. 1995. Ajustando los sistemas de producción a los recursos disponibles
- Velázquez, J. 1994. Mineral status of cattle in selected regions of Nicaragua.

CAPITULO 2

RECURSOS DISPONIBLES, SU VALOR COMO ALIMENTO

SUMARIO	
1. Introducción	
2. Composición Química de los Alimentos	
3. Valoración de los Alimentos	
3.1. Determinación de las proteínas	
3.2. Determinación de la energía	
3.3. Determinación de la fibra	
3.4. Método Cornell	
3.5. Método de la energía	
4. Clasificación de los Alimentos	
OBJETIVOS	
1. Comprender la importancia de los alimentos	
2. Comprender la clasificación de los alimentos	
3. Comprender la determinación de las proteínas	
4. Comprender la determinación de la energía	
5. Comprender la determinación de la fibra	
6. Comprender el método Cornell	

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de los alimentos, es un tema de singular importancia en la Zootecnia. Hay varias formas de estudiar los alimentos. Desde el punto de vista puramente bromatológico, lo que podemos estudiar es su composición química, su palatabilidad y su digestibilidad.

La palabra bromatología, deriva de las voces griegas: Bromos, bromatos = alimento y logos, tratado o ciencia, es decir, es el estudio de los alimentos antes de ser ingeridos.

La ciencia que estudia la regulación de la alimentación de los animales por el hombre, es la nutrición animal. La alimentación es un proceso complejo donde pasan al organismo las sustancias necesarias para cubrir los gastos de energía, formación y renovación de los tejidos del cuerpo así como para la regulación de las funciones en el organismo.

2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

Por lo tanto, en la nutrición animal se entiende por **alimentos todos aquellos productos que el animal puede ingerir y que por sus propiedades nutritivas pueden ser incluidas en su dieta.**

La casi totalidad de los alimentos que son ingeridos por los animales son de origen vegetal (pastos, forrajes, residuos y subproductos de cosechas, de procesos industriales como la melaza de caña de azúcar, el salvado de arroz, de trigo, de soya, etc.), ya que los de origen animal se suministran a los animales en pequeñas cantidades (harina de pescado, de carne, de sangre, etc.).

Los alimentos están formados, en primer lugar, por **agua y materia seca**. La materia seca es lo que resta después de haberle extraído el agua al alimento, la cual esta constituida por una parte orgánica (capaz de arder dando gases) y una parte mineral, incombustible, que son las cenizas resultantes de la calcinación de la materia seca.

La parte orgánica comprende innumerables compuestos agrupados en tres grandes familias: **carbohidratos, grasas y proteínas**. A la par de estos, se hallan las sustancias bioregulatoras: vitaminas, enzimas y hormonas, cuya naturaleza variada y complejas no permite agruparlas en un esquema químico sencillo (Figura 7).

Nutrientes

Se le llama nutriente a **cada constituyente de los alimentos, o grupo de constituyentes de los alimentos, que correspondan a una composición química general y tengan una misión clara y específica dentro de la compleja organización animal.**

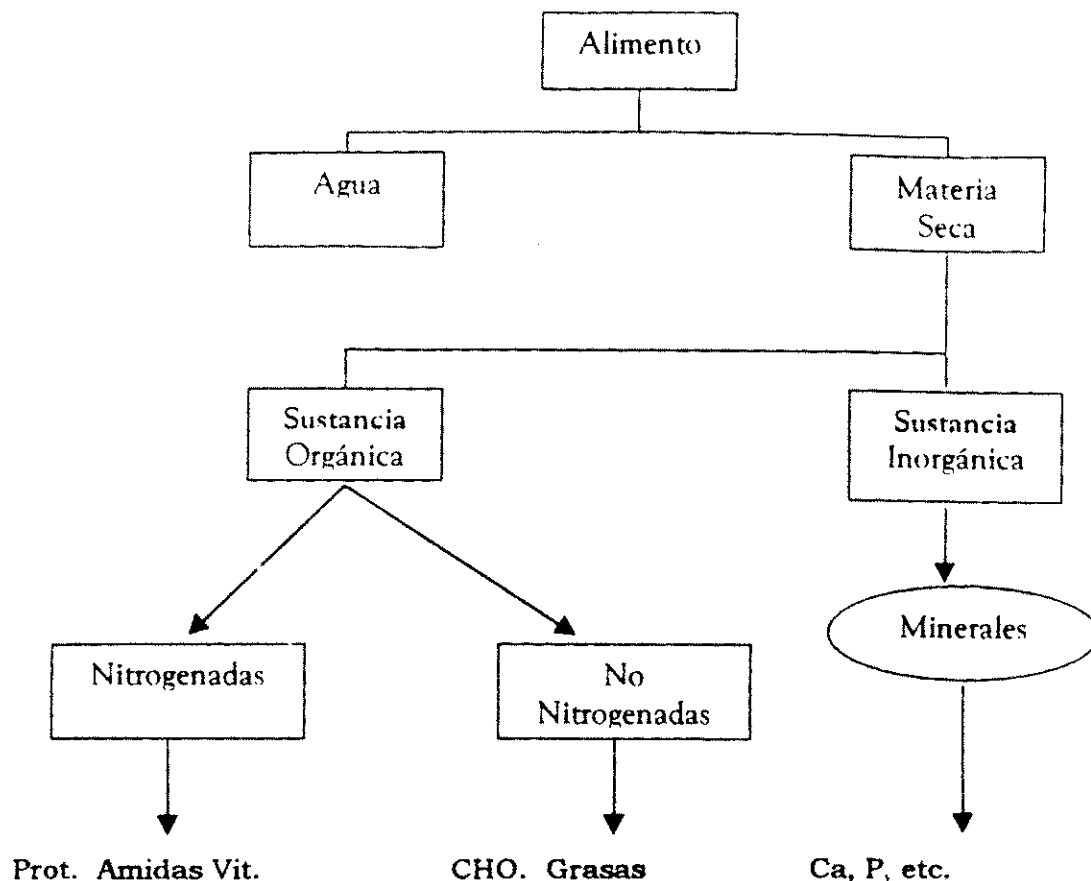


Figura 7. Composición de los Alimentos

Tanto los alimentos de origen vegetal como los de origen animal, están compuestos por nutrientes comunes y sólo hay cambio en la proporción y cantidad en que éstos entran a formar parte de dichos alimentos.

No existen dos alimentos que contengan los nutrientes en la misma proporción. Cada alimento suele contener mayor proporción de uno a varios de los principios mencionados. En general, los productos de origen animal contienen mayor cantidad de proteínas y ésta es más aprovechable por los animales no rumiantes. Estas diferencias hacen necesario que se regule la cantidad que se emplea de cada alimento, de tal modo que la cantidad total de cada nutriente suministrada por la dieta en conjunto sea la correcta.

3. VALORACIÓN DE LOS ALIMENTOS

El valor potencial de un alimento para suministrar un determinado nutriente puede conocerse mediante análisis químico, pero el valor real que tiene para el animal es siempre menor, ya que durante la digestión, la absorción y el metabolismo, se producen pérdidas. Así los alimentos se pueden valorar utilizando los siguientes sistemas:

- a) Análisis químico: Bromatológico y especiales.
- b) Pruebas de alimentación: Pruebas de comparación.
- c) Determinación de su digestibilidad.

Los métodos tradicionales de análisis de alimentos, se desarrollaron para estimar el valor nutritivo del producto para la producción animal y tienden a clasificar las sustancias en grupos relacionados con sus características nutricionales y su disponibilidad. Para ello los métodos analíticos de serie que se adopten deben ser precisos y simples, aunque puedan ser criticados por su significación biológica o nutricional.

El análisis de los principios inmediatos, desarrollado en Weende (Alemania) hace más de 100 años para estimar el valor nutritivo con carácter general, constituye el sistema de análisis de forrajes más ampliamente usado y comprende un conjunto de análisis simples, reconocidos y aplicados universalmente, para determinar los contenidos de: Materia Seca (MS), Materias Minerales o cenizas (MM), Materias Nitrogenadas totales o Proteína Bruta (PB), Materias Grasas o Extracto Etéreo (EE), Glúcidos, éstos últimos separados entre: Fibra Bruta (FB) y los Extractivos No Nitrogenados (ENN).

Con el paso de los años, los métodos analíticos para la determinación de los principios inmediatos se han ido modificando. Con el objeto de unificar criterios, se han establecido diversas propuestas de métodos oficiales de análisis, entre los que destacan:

1. Los métodos oficiales de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists), que constituyen la principal referencia metodológica en el ámbito mundial.
2. Las normas oficiales de la Comunidad Europea.

No obstante, en nuestro país no se ha presentado hasta la fecha, ninguna propuesta sobre métodos oficiales para el análisis de alimentos.

La determinación del contenido en membranas celulares (fibras), tanto por su trascendencia como por la dificultad de su análisis, ha sido motivo de múltiples propuestas analíticas; entre todas ellas, el sistema de Van Soest es el que se ha impuesto, y constituye en sí mismo un hito de la investigación sobre forrajes de los últimos 30 años.

La determinación de las proteínas sigue realizándose siguiendo el esquema clásico propuesto por Kjeldhal, mejorado y automatizado en sucesivas aproximaciones (AOAC, 1990). No obstante, la profundización del conocimiento de la utilización del nitrógeno por los rumiantes impone la necesidad de disponer de nuevos métodos analíticos para determinar diversos componentes proteicos.

En este sentido , el método de Cornell, recientemente propuesto por Van Soest y sus colaboradores permite valorar por métodos analíticos las distintas fracciones proteicas, y también glucídicas, de los forrajes.

A L I M E N T O S	Agua (humedad)(1)			
	Materia Seca	Porción incombustible	Cenizas (2)	
		Porción Combustible	Proteína Bruta (3)	
			Extracto Etéreo (4)	
			Extracto Libre de Nitrógeno (5)	Glúcidos o Carbohidratos
			Fibra Bruta (6)	

Figura 8. Principios Inmediatos

Además de la determinación de los principios inmediatos y de su fraccionamiento, existen procedimientos específicos destinados a medir componentes químicos simples que pueden ser usados para describir mejor el perfil nutritivo de un forraje, azúcares solubles, sacarosa, almidón, urea, nitrógeno amoniacal, nitratos y nitritos, determinados taninos, etc.

Finalmente, hay que destacar la aparición a partir de 1970, de una técnica analítica revolucionaria. La espectrofotometría de la reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS), que constituye otro hito de la investigación sobre forrajes del último cuarto de siglo.

3.1. Determinación de las fibras

La Fibra Bruta de Weende.

Aunque ninguno de los principios analíticos en que se basa el método de Weende se corresponda estrictamente con un compuesto químico puro o uniforme, el mayor inconveniente de dicho método está en la división de los carbohidratos y consiguiente utilización de la FB para la estimación de los glúcidos menos digestibles.

Para la determinación de la fibra bruta o celulosa bruta, se somete la muestra y sucesivamente, a dos ataques en caliente: primero por un ácido mineral diluido y después por una base diluida. El residuo así obtenido se denomina "celulosa bruta" o "Fibra Bruta". Los tratamientos aplicados solubilizan y/o hidrolizan la casi totalidad de los contenidos celulares (en particular las proteínas y las materias grasas), pero también parte de la celulosa, las pentosanas (hemicelulosas) y la lignina. Los compuestos parietales solubilizados se integran, con los glúcidos solubles y el almidón, en el extracto libre de nitrógeno.

Por lo tanto, la fibra bruta es un residuo compuesto esencialmente de celulosa acompañada de lignina, de hemicelulosa y de materias nitrogenadas. Puede considerarse una estimación de lignina, pero las relaciones entre fibra bruta y lignina difieren, no solamente entre gramíneas y leguminosas, sino también entre especies de gramíneas.

Aunque la determinación de la FB según el método de Weende se ha mantenido como método de análisis más usado, actualmente, en forrajes, tiende a ser reemplazado por los análisis de Van Soest.

El sistema de Van Soest

Dada la importancia que tienen los componentes de las paredes celulares sobre la digestibilidad del forraje, el método de Van Soest y Wine (1967) tiende a imponerse de una manera general como método químico para el análisis de los componentes parietales de los pastos y forrajes, ya que permite cuantificar las diversas fracciones constituyente de las paredes, que en orden decreciente de importancia ponderal son:

- * La fibra neutro detergente (FND) o fracción que representa al conjunto de las paredes celulares.
- * La fibra ácido detergente (FAD), que representa la fracción lignocelulósica.
- * La lignina ácido detergente (LAD) o lignina

La determinación de la celulosa y de las hemicelulosas puede hacerse a partir de los valores anteriores, por medio de las fórmulas siguientes:

*Celulosa = FAD - LAD

*Hemicelulosa = FND - FAD

La FND contiene la mayor parte de las paredes celulares, pero también residuos de otros constituyentes y cenizas. Entre los compuestos contaminantes puede encontrarse al almidón. Por ello, el método primitivo fue corregido introduciendo la utilización de α amilasas para la determinación de la FND.

La FND no representa más que una fracción de las paredes celulares, ya que los polisacáridos más solubles se han disuelto. No obstante, para propósitos relacionados con la determinación del valor nutritivo de pastos y forrajes, constituye el método más apropiado para aislar los componentes de la pared celular.

Cuando se requieren determinaciones más precisas, existen otros métodos más indicados para aislar el conjunto de las paredes celulares, así como para fraccionar los diversos componentes de las mismas.

La FAD representa una fracción de la membrana celular útil para separar los principales componentes de la misma. Contiene toda la celulosa, la mayor parte de la lignina, una fracción variable de la hemicelulosa y sustancias pécticas y una parte de los minerales.

La FAD representa valores algo superiores a la FB (se disuelve menos lignina), pero está muy correlacionada con ella para una familia vegetal dada, lo que resulta lógico puesto que ambas representan una estimación de celulosa más lignina. Al ser su determinación mucho más rápida y fácil que la de FB, la ha desplazado como método de análisis.

Para la medición de la lignina de los pastos y forrajes se han propuesto diversos métodos basados, en su mayor parte, en la técnica desarrollada por Klason para el análisis de la madera. A falta de un conocimiento profundo de las ligninas de los forrajes, todos los métodos son empíricos. La LAD de Van Soest y Wine da valores demasiado bajos para los forrajes de gramíneas muy lignificadas. La lignina al permanganato da valores más elevados y, en general, resulta más satisfactoria que la LAD.

3.2. Determinación de la proteína

Dado que todo el nitrógeno contenido en los forrajes es potencialmente utilizable por el rumiante, es importante obtener una correcta determinación del mismo. Esta estimación se realiza por el método de Kjeldhal, se somete una muestra a digestión controlada (hirviéndola con ácido sulfúrico concentrado con ayuda de un catalizador) para convertir el N en NH_4^+ ; posteriormente se añade sosa, se destila y valora.

A pesar de la universal aceptación del método de Kjeldhal, con frecuencia se obtiene diferencias importantes en los análisis procedentes de distintos laboratorios al valorar la proteína de los alimentos para el ganado, imputables a diversas causas, tipo de catalizadores utilizados, correcta determinación del factor de la solución del ácido utilizado en la valoración final, etc.

Además del nitrógeno total, los nuevos sistemas de valoración proteica de los forrajes imponen la determinación del nitrógeno no proteico, la degradabilidad de la proteína y el contenido del alimento en carbohidratos que permitan la fijación del amoníaco en forma de bacterias en el rumen.

En determinadas situaciones, puede ser importante cuantificar el contenido en nitratos y en nitritos de los forrajes, lo que se realiza extrayéndolos con soluciones de cloruro de cadmio y de bario, reduciendo el nitrato a nitrito y midiendo este último coloriméticamente (AOAC, 1990)

3.3. Determinación de los Glúcidos no Estructurales

La extracción y determinación de los glúcidos solubles se pueden realizar por diversos métodos, en función del tipo de carbohidrato presente y del grado de precisión deseado.

Dado que la utilización por el animal de los CHO no estructurales es prácticamente completa, en estudios sobre la calidad de los pastos y forrajes, muy a menudo, se determinan aquellos globalmente, tras extraerse usando soluciones ácidas o enzimas para hidrolizar el almidón.

Cuando se pretende separar los diversos grupos de glúcidos solubles, se procede de la siguiente manera:

1. Se trata con etanol al 80% (o mayor concentración si hay fructanos) para separar los azúcares libre: glucosa, fructosa y sacarosa. Dichos azúcares se pueden fraccionar y cuantificar mediante técnicas cromatográficas.
2. El almidón se extrae, generalmente, por hidrólisis ácida o enzimática, a partir de residuo anterior.
3. Los fructanos son muy solubles y pueden extraerse fácilmente con agua a partir del residuo anterior. La concentración de fructanos puede determinarse por hidrólisis con ácido diluido y su fraccionamiento y cuantificación mediante técnicas cromatográficas

3.4 Método de Cornell

Recientemente, Van Soest y colaboradores suyos han propuesto un nuevo método para determinar la composición química de los alimentos para el ganado vacuno mediante análisis químicos de laboratorios estandarizados. En dicho método se asume que los alimentos están compuestos por proteínas, carbohidratos, grasas, cenizas y agua. Tanto las materias nitrogenadas como los carbohidratos son subdivididas en distintas fracciones.

El fraccionamiento de los carbohidratos y de las materias nitrogenadas se basa en su composición química, sus características físicas, su degradabilidad ruminal y su digestibilidad postruminal.

Se ha tenido en cuenta que los ritmos de degradación de los alimentos por los microbios ruminales condicionan totalmente su utilización por el propio rumiante.

Los CHO se dividen, según su ritmo de degradación, en:

1. Rápidamente degradados o azúcares solubles (fracción A)
2. Medianamente degradados o almidón (fracción B1)
3. Lentamente degradados o CHO de la pared celular (fracción B2)
4. CHO de la pared no degradables (fracción C)

En las materias nitrogenadas totales se distinguen tres fracciones:

1. Nitrógeno No Proteico (NNP) o fracción A.
2. La proteína verdadera (fracción B), dividida a su vez, en tres fracciones analíticas, según su ritmo de degradación ruminal:
 - ◆ Fracción B1, o proteína rápidamente degradable en el rumen
 - ◆ Fracción B2, fermentada en el rumen, pero que en parte puede escarpar, según su velocidad de tránsito y la rapidez de la digestión.
 - ◆ Fracción B3, que es la proteína degradada lentamente en el rumen y está asociada a las paredes celulares.
3. El nitrógeno no disponible (fracción C), que es la proteína insoluble en detergente ácido y corresponde a la proteína asociada a la lignina, a complejos con taninos y los productos de Maillard.

3.5. Espectrometría de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano.

A la metodología tradicional por vía húmeda se ha sumado como medio de estimación rápida de la composición química de los alimentos la utilización de la Espectrofotometría de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS).

Esta técnica se basa en que las sustancias orgánicas absorben radiaciones del infrarrojo cercano (longitudes de onda entre 70 y 2500nm) n diferente medida para cada longitud de onda, según su composición química o, mejor dicho, según el tipo de enlaces presentes en sus moléculas.

El desarrollo instrumental de la técnica se debe a Karl H. Norris, que en los años 60 empezó a explorar sus posibilidades. En el año 1970 se inicia la comercialización de los primeros instrumentos destinados al análisis de granos. En 1976 se establecieron las primeras bases para su aplicación al análisis de forrajes y alimentos.

A partir de 1980 tiene lugar un desarrollo espectacular de esta técnica, relacionado con el instrumental, las aplicaciones analíticas, los programas para tratamiento de los datos, las técnicas de calibración y la comprensión de los espectros, pero es necesario todavía mejorar la calibración, abaratar el precio de los instrumentos e incrementar la sofisticación de los programas sin que requieran de expertos para su uso.

Un equipo NIRS presenta cinco componentes básicos:

- ♦ Una fuente de energía radiante
- ♦ Un mecanismo para la selección de longitudes de onda. Puede ser de filtros o monocromadores.
- ♦ Un sistema para presentación de la muestra (sólida - molida o entera- líquido, etc.)
- ♦ Un detector que convierte la energía radiante en señales eléctricas.
- ♦ Un procesador de la señal o registrador.

Los registros se recogen en u microprocesador acoplado al espectrofotómetro y son adaptado por medio de un programa de software.

Cuando un rayo de luz incide sobre la muestra, ésta absorbe una cantidad de energía que puede ser expresada por la ley de Lambert Beer como:

$$A = \log (1/R) \text{ o bien } A = \log_{10} (1/T)$$

Siendo:

A= La absorbancia aparente

R= La reflectancia o relación entre la energía emergente de la muestra y la energía incidente sobre la misma

T= La transmitancia

La medición de la absorbancia o de la transmitancia para las distintas longitudes de onda, da lugar a una curva de absorción característica, el llamado espectro de absorción.

Para caracterizar un producto se pueden medir las absorbancias relativas para diversas longitudes de onda y establecer sistemas de ecuaciones que relacionen estas absorbancias con características determinadas de aquel.

Antes de poder obtener predicciones de la composición química de cualquier sustancia orgánica por medio de esta técnica, debe realizarse una calibración de predicción del espectrofotómetro.

A partir de muestras (en número de 50 a 100) cuyos espectros hayan sido almacenados y cuya composición química haya sido establecida mediante análisis por vía húmeda, se seleccionan, por medio de un programa de software propio de cada sistema, las longitudes de onda que den mejor correlación con cada componente químico. Así se establece, para cada determinación analítica (Y) una ecuación de regresión múltiple, en la cual las "a" son los coeficientes que se introducen al programa y las "X" son las absorbancias aparentes a las longitudes de onda seleccionadas.

Introducidos los coeficientes correspondientes, se podrán obtener predicciones analíticas de una muestra cada 1 ó 2 minutos, con la particularidad de que pueden obtenerse al mismo tiempo estimaciones de cuentas determinaciones analíticas se hayan conseguido calibrar.

Las principales ventajas de esta técnica analíticas son **la rapidez, la sencillez en el pretratamiento de las muestras, la no destrucción de las mismas, la capacidad para realizar múltiples análisis a la vez y la precisión en las determinaciones.**

La precisión de las estimaciones es excelente para determinar la humedad y la proteína y algo inferior para los constituyentes parietales. La predicción de lignina es peor porque el método de referencia es menos preciso.

El principal inconveniente que presenta actualmente es que se trata de un método analítico de apoyo y que las calibraciones deben hacerse a partir de análisis realizados según métodos de referencia (vía húmeda). Se trataría de predecir directamente la digestibilidad y la indigestibilidad del forraje, obviando la predicción de los componentes químicos usados en las ecuaciones de predicción.

En los primeros 25 años de su historia la técnica NIRS ha pasado desde la simple medición de la humedad del grano de trigo, hasta el análisis de forraje verde situado en el campo, usando un sofisticado aparato de apoyado en un potente programa de ordenador. Ha

crecido, en suma, de modo paralelo a como lo ha hecho la industria electrónica y la quimiometría.

Pruebas de Alimentación

Las pruebas de alimentación se realizan suministrando a grupos de animales el alimento o alimentos a los cuales se les quiera determinar su valor nutritivo.

Por lo general las pruebas de alimentación se realizan a partir de dos tipos de pruebas.

- a) Prueba de comparación de alimentos.
- b) Prueba de alimentación con animales de laboratorio.

Digestibilidad

De un alimento cualquiera, una parte es digestible y aprovechable y la otra es eliminado por las heces, es decir, indigestible, de aquí se concluye que todos los alimentos tienen diferente digestibilidad y ello está de acuerdo con el grado de crecimiento o madurez del alimento (si es vegetal) o de la edad y especie animal que lo consuma.

Es decir, digestibilidad es la porción del alimento que el animal puede absorber o aprovechar.

Coefficiente de digestibilidad. La digestibilidad de los alimentos se determina por medio de un coeficiente que se fundamenta en lo ya señalado: cuando un alimento se ingiere, una parte se aprovecha y la otra se elimina, por las heces principalmente. Si conocemos la cantidad en Kg. de un alimento ingerido y conocemos también la cantidad excretadas, la diferencia será la parte digerida y absorbida.

Métodos para determinar la Digestibilidad del Alimento

Métodos directos o "invivo"

Recolección de heces

Consiste en medir los nutrientes consumidos durante un período determinado y recoger toda la materia fecal producida durante el mismo período.

$\text{Total Nutriente Digerido} = \text{Total consumido} - \text{Total en heces}$

Por lo que el Coeficiente de digestibilidad es:

Nutriente digerido*100

$$\frac{\text{Total Nutrim. consumido}}{\text{Total Nutrim. consumido}}$$

Ej.: Una vaca que consume 8Kg. de MS y excreta 3Kg en heces.

Digestibilidad de la M. S. = $\frac{(8 - 3)}{8} \times 100 = 62.5$

Método por Indicadores "invivo"

Indicadores: sustancias que pueden ser consumido o administradas a un animal y que son completas y regularmente excretadas uniformemente mezcladas con el material fecal debido a que son totalmente inertes en el aparato digestivo, los indicadores más usados son oxido crómico y lignina.

Se usa cuando es imposible medir el peso del alimento y/o de las excretas. O para no tener que coleccionar todas las heces producidas en una prueba, proceso que es tedioso y costoso.

Las propiedades del indicador son:

- *No es digerido ni absorbido por animal.
- *No se destruye por los microorganismos.
- *No son tóxicos.
- *Se determinan fácilmente por análisis químico.

Con relación al método por indicadores tenemos:

Si concentración del indicador en la MS del alimento es del 1% y sube a 2 en las heces quiere decir que el 50% de la MS de alimento ha sido absorbido y digerida.

Coef. digestibilidad MS = $\frac{\% \text{ indicador} - \% \text{ del indicador en heces en el alimento} \times 100}{\% \text{ de indicador en heces.}}$

Método de Bolsa en Rumen

Se considera que es un método in vivo algunos le llaman digestión "insitu"

Consiste en introducir en el rumen a través de una fistula bolsa con el alimento molido y tamizado (tamaño similar a cuando el animal lo rumia).

Por diferencia de peso se determina el coeficiente de digestibilidad.

Método indirecto o de Digestibilidad Parcial "in vivo"

Surge porque un sólo alimento no puede constituir la ración de un animal por mucho tiempo sin traer trastornos o poder mantener el funcionamiento normal del aparato digestivo.

En los métodos de recolección total se determina la digestibilidad de la ración.

Por el método parcial necesario: 2 o más pruebas.

Por ejemplo: Primera prueba: Se suministra un alimento que puede garantizar funcionamiento normal del organismo y se le mide la digestibilidad.

Segunda prueba: Se adiciona a la dieta basal el alimento al cual se necesita determinar la digestibilidad.

Problema: Se necesita conocer la digestibilidad de la MS de un suplemento para vaca, pero acarrea problemas.

Se da entonces forraje que para garantizar la homogeneidad se da en forma de harina.

Primera prueba: Dieta basal de harina de forrajes: Se halló que el 40% de la MS del alimento apareció en las heces. Se dio 10kg de MS en el alimento y se recogieron 4kg de MS en heces.

Segunda prueba: Se agregan 10kg de MS del suplemento a los 10kg de MS de la dieta basal.

Se recogieron 5kg de MS en heces. De la primera prueba sabemos que de estos 5kg de MS 4 proceden de la dieta basal, por tanto, podemos plantear que:

$$\text{Coef. de dig. de MS en la mezcla} = \frac{10 - 1}{10} * 100 = 90\%$$

Método "in vitro" o de laboratorio para determinar digestibilidad

Debido a que los ensayos de digestibilidad son molestos de realizar, se han hecho intentos para reproducir en el laboratorio las reacciones que tienen lugar en el tracto digestivo, para poder determinar la digestibilidad de los alimentos.

a) Método del ácido clorhídrico - pepsina.

Se digieren muestras del alimento con clorhídrico y pepsina.

b) Método rumen artificial.

Se trata la muestra con líquido ruminal en un rumen artificial.

Factores que afectan la digestibilidad

1. Composición del alimento: Hay alimentos que varían muy poco en su composición química (cereales) hay otros alimentos como los pastos que presentan amplias variaciones entre muestras que conducen a errores por análisis químico bromatológico.

2. El contenido de fibra bruta del alimento influye sobre el valor de su digestibilidad y sobre la digestibilidad de los demás nutrientes de la dieta.

3. El nivel de proteína en las dietas influye sobre el valor de la digestibilidad.

A medida que se eleva el nivel de proteína en dietas el N fecal metabólico disminuye proporcionalmente del total de N excretado y esto hace que a mayor nivel de proteína más nos acercamos al valor real de la digestibilidad.

4. Efecto asociativo en este caso la digestibilidad del alimento se ve afectado por la composición del otro alimento con que está mezclado formando ambas partes de la dieta.

5. Preparación del alimento el alimento antes de suministrarlo a los animales se somete a diferentes tratamientos: trocearlos, aplastarlos, triturarlos o molerlos, cocción y tratamientos con álcali. Con el objetivo de obtener la digestibilidad máxima los cereales son triturados para suministrar a los rumiantes y molidos para cerdos y aves.

Tratamientos con álcali. Esto provoca la separación de los componentes de la fibra bruta.

Factores dependientes del animal

1. El factor animal más importante es la especie. Los alimentos con poca fibra son igualmente digeridos por los rumiantes y monogástricos.

Los alimentos fibrosos son mejor digeridos por los rumiantes.

Los valores de digestibilidad aparente de las proteínas son a menudo mayor para los cerdos, por presentar una menor excreción de nitrógeno fecal metabólico.

2. **Nivel de consumo.** Un aumento en el consumo de alimento puede provocar un en el valor de la digestibilidad. Este se debe a un aumento de la velocidad de pasaje de la digesta estando menos tiempo expuesto el alimento a la acción enzimática.

El Sistema de Nutrientes Digestibles Totales en la Valoración de los Alimentos

En las tablas en que se da la composición aproximada de los alimentos se incluyen por lo general valores de su composición digestible.

Hay que hacer notar que estos valores son cifras medias, no constantes biológicas y pueden resultar poco exactos cuando se aplican a una muestra determinada de alimento dada a un animal en particular. Por lo tanto los coeficientes de digestibilidad media deben ser utilizados con precaución sobre todo cuando en cuestión puede presentar amplia variaciones en su composición.

A pesar de todo los datos sobre la digestibilidad son importantes ya que existen varios métodos que se basan en la composición digestible del alimento para conocer o calcular su poder energético.

Existe un método en que se valoran los alimentos desde el punto de vista de sus nutrientes digestibles totales (TDN total de nutrientes digestibles) En este sistema se calcula un valor para cada nutriente del modo siguiente:

$$\text{TDN} = \% \text{ PB digestible} + \% \text{ FB digestible} + \% \text{ ELN digestible} + \% \text{ de EE} \times 2.25$$

Para la realización de estos cálculos debemos primero determinar el contenido (%) de alimento de la PB, FB, etc. y estos valores multiplicarlos por sus correspondiente coeficientes de digestibilidad.

Los valores de energía que se tienen en consideración para cada nutrientes son: cuatro calorías por gramo para la proteínas, cuatro calorías por gramo para los carbohidratos nueve calorías por gramo para la grasa.

Estos valores se convierten a factores (dividiendo entre cuatro cada uno) que son 1.1 y 5 para las proteínas, carbohidratos y grasa respectivamente.

El E. E. se multiplica por 2.25 debido a que el valor energético de las grasas de aproximadamente dos veces y cuarto superior al de los carbohidratos. En el Reino Unido este método se utiliza solamente en los cerdos.

Este método tiene como ventaja su simplicidad, su inconveniente es que no tiene en cuenta que la eficiencia con la que los nutrientes productores de energía son metabolizados y utilizados por el animal varía de unos alimentos a otros.

El TND expresa en porcentaje la energía útil total de un alimento.

Categorías de Energía

La energía bruta de los alimentos

El animal obtiene la energía a partir de su alimento. La cantidad de energía química que posee un alimento se determina convirtiéndola en energía calórica y midiendo el calor producido. Esta conversión se realiza oxidando el alimento por medio de la combustión.

La cantidad de calor que resulta de la oxidación completa de la unidad de peso de un alimento se conoce como energía bruta o calor de combustible de aquel alimento. El EB se mide en una bomba calorimétrica. Esta puede emplearse para medir la EB de los tejidos de los animales y para los productos de excreción.

Energía digestible (ED)

La determinación de la EB es un dato poco exacto para conocer realmente la energía utilizable por el animal, pues no tiene en cuenta las pérdidas que tienen lugar durante la digestión y el metabolismo.

La primera pérdida que hay es la ocasionada por la EB que contienen las heces, la energía digestible aparente de un alimento es su energía total menos la energía contenida en las heces procedentes de esa toma de alimentos.

Energía Metabolizable (EM)

El animal sufre posteriormente pérdidas de materias que contienen energía como la orina y en el caso de los rumiantes los gases que abandonan el tracto digestivo.

La EM es la ED menos la que se pierde por la orina y gases. La energía de la orina está en las sustancias nitrogenadas fundamentalmente. Los gases que abandonan el rumen están casi exclusivamente formados por Metano.

La EM se determina con ensayos similares a la digestibilidad.

Factores que afectan a los valores de EM de los alimentos.

La pérdida más importante es la que se realiza por las heces, esta es el doble o más de la que se pierde por la orina y metano.

De esto se desprende que los principales factores que afectan a la digestibilidad de nutrientes son los mismos que afectan los valores de EM del alimento.

El valor de EM de un alimento varía con la especie animal que consume, en los Monogástricos las pérdidas por CH_4 son despreciables, por eso en estos los valores de EM para un alimento aparecen más altos que en los rumiantes a pesar de haber sido digeridos en un grado similar.

El valor de EM de un alimento puede variar según que los aminoácidos que contienen sean retenidos por el animal para su síntesis Proteica o sean desaminados y el nitrógeno excretado en la orina.

Incremento térmico de los alimentos

Después de la toma de alimento no sólo pierde la energía química contenida en sus excretas sólidas, líquidas y gaseosas, sino también en forma de calor.

El animal constantemente está produciendo calor, que pasa al medio que lo rodea (radiación, convección, evaporación de agua). Si a un animal sometido a ayuno se le da comida, en el espacio de pocas horas su producción de calor aumentará por encima del nivel representado por el metabolismo basal. Este incremento se conoce con el nombre de incremento térmico, esta constituye una pérdida debido a la ineficiencia energética de las reacciones con que los alimentos absorbidos son metabolizados, por ejemplo la oxidación de la glucosa para formar ATP tiene una eficiencia de 44% (el 56% se pierde).

Los procesos de la digestión constituyen también el incremento térmico, es decir, estos requieren un gasto de energía con la consiguiente formación de calor .

La actividad de los microorganismos del rumen origina también cierta cantidad de calor que se conoce como calor de fermentación, se calcula que asciende al 5 - 10% de la EB del alimento.

Energía Neta (EN), y Retención de Energía.

Cuando a la EM de un alimento restamos el incremento térmico nos queda la energía neta (EN) la energía neta de un alimento es aquella que el animal puede emplear para fines útiles (mantenimiento y distintas formas de Producción).

La EN que se emplea para el mantenimiento se usa sobre todo para producir trabajo y abandona el organismo en forma de calor. La empleada para el crecimiento, engorde o producción de leche, huevos, lana, se almacena en el organismo, lo abandona en forma de energía química y se le conoce con el nombre de retención de energía del animal .
 Veamos el siguiente esquema:

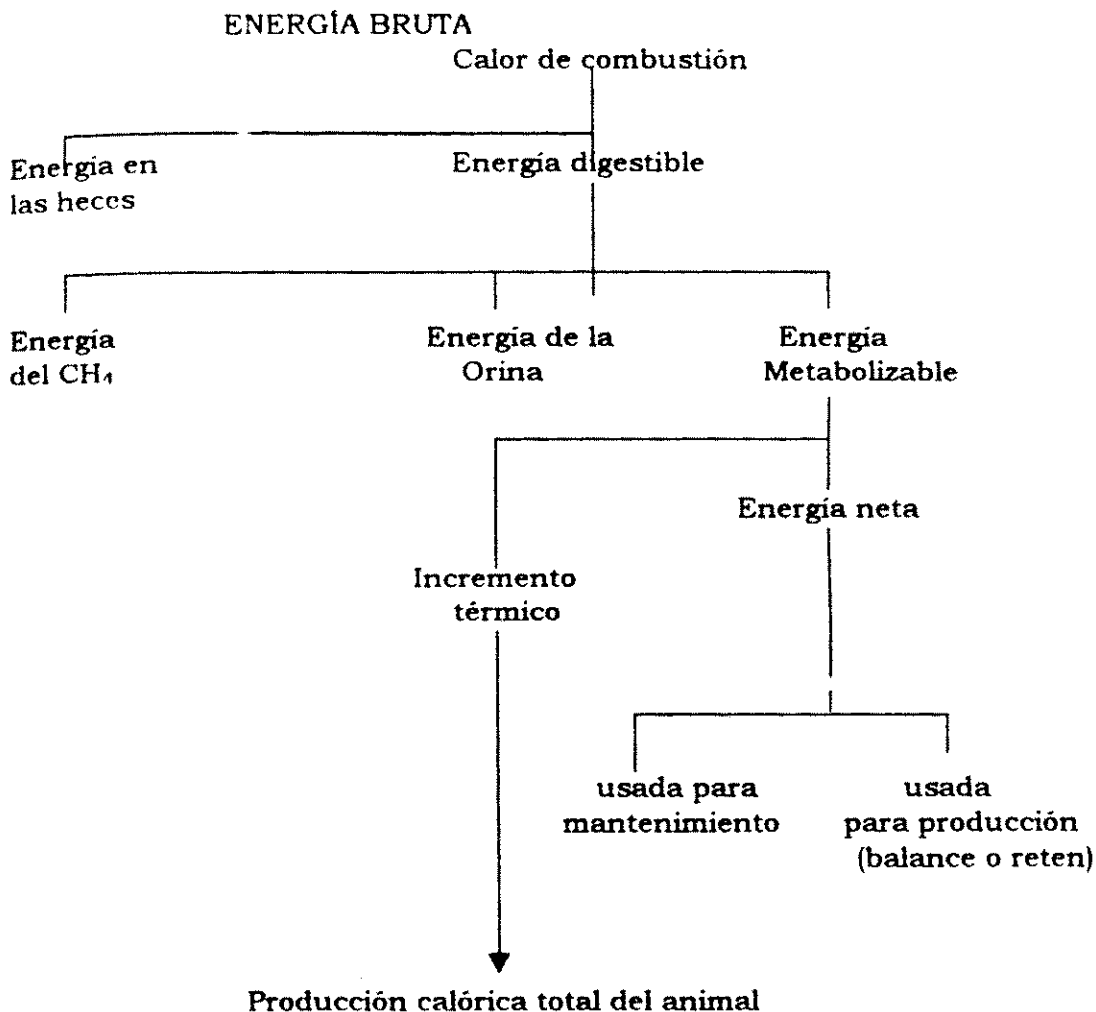


Figura 9. Reparto de la energía del alimento en el animal.

4. CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS

El funcionamiento vital de los organismos animales exige la aportación con los alimentos de un numeroso y variado grupo de elementos, los cuales, además de figurar en cantidades convenientes para cubrir las necesidades orgánicas energéticas y no energéticas, han de guardar entre sí relaciones y proporcionalidad, unos equilibrios para cuyo mantenimiento es necesaria la aportación cualitativa tanto como la cuantitativa. Excepción hecha de la leche, puede afirmarse que no existe un solo alimento que en sí encierre en cantidades calidad, y guardando entre ellos, los equilibrios oportunos, todos los elementos preisos para asegurar, tomado como único alimento, el funcionamiento normal de cualquier organismo.

Clasificar los alimentos desde diferentes puntos de vista nos da una organización para la utilización pues nos ayuda a seleccionar, para confeccionar las raciones alimentacia de los animales, los alimentos deseados de acuerdo al papel que desempeñan en el organismo.

Los alimentos los clasificaremos, desde el punto de vista de su contenido en nutrientes, en tres grupos: Básicos (o energéticos), Concentrados (o proteicos) y Voluminosos (o fibrosos)

Básicos: Son fuente concentradas de energía, por su riqueza en carbohidratos solubles como el almidón y los azúcares. Estos pueden constituir del 60-90% de las mezclas industriales de pienso. **Concentrados:** Son aquellos que aportan cantidades considerables de proteína, y esto hace que se les considere como alimentos complementarios de la ración.

Voluminosos: Son los que contienen más del 18% de fibra bruta. Estos son consumidos preferentemente por los rumiantes.

Según su concentración de proteína y fibra se clasifican de la siguiente manera:

	%PB	% FB
	-----	-----
Alimentos Básicos :	≤ 16	< 18
Alimentos Concentrados:	> 16	< 18
Alimentos Voluminosos :	< 16	≥ 18

Cuadro 3. Clasificación de los alimentos

Alimentos	Alimentos Básicos	Granos de cereales y subproductos	Maíz, sorgo, cebada, etc.
		Mieles	Melaza
		Azúcar	Azúcar crudo
	Alimentos Concentrados	Origen Vegetal	Harinas de semillas oleaginosas
		Origen Animal	Harinas de carne, sangre, pescado, etc.
		Origen Microbiano	Levaduras
	Alimentos Voluminosos		Pastos y forrajes Heno Residuos de Cosechas

Alimentos voluminosos

Llamamos alimentos voluminosos o no concentrados a los que contienen más del 18% de fibra bruta. Estos alimentos son consumidos preferentemente por los rumiantes y otros animales herbívoros, a los que proporciona volumen, energía y proteína.

La energía utilizable o disponible es el principal factor limitante del valor nutritivo de los voluminosos. Si se consumieran por los animales en cantidades suficientes para cubrir sus requerimientos de energía, esa misma cantidad ingerida cubrirá con creces las necesidades de proteína.

Dentro de la categoría de alimentos voluminosos se incluyen, además de los pastos y forrajes, otros grupos de alimentos que poseen un escaso valor nutritivo, como son la paja de los cereales, las cáscaras, bagazo, bagacillo, etc. , que tienen un uso muy limitado, principalmente por su reducidísimo valor energético.

Los alimentos voluminosos se caracterizan por su riqueza en celulosa, hemicelulosa y lignina, que forman la fracción FB, muy variable en su proporción. Además, pueden contener alta proporción de azúcares. Su valor nutritivo estará limitado por el grado de lignificación de la celulosa, lo que determina la magnitud de la digestibilidad de la MS.

Alimentos Básicos

Algunas especies de gramíneas se cultivan con el propósito de obtener sus granos o semillas. Estos granos son denominados cereales.

Los principales cereales son: Trigo, Maíz, Avena, Cebada, Arroz, Centeno y sorgo.

Los cereales presentan características estructurales similares, sin embargo, cada uno de ellos presenta sus propias características nutritivas, dependiendo esto de la cantidad y propiedad de los principios nutritivos que contienen.

Aunque presentan las diferencias nutritivas antes mencionadas, no son tan amplias como en otros tipos de alimentos, por lo que se pueden considerar con una composición media aproximada.

La calidad de la proteína de los cereales es baja, los principales aminoácidos que limitan su valor biológico son lisina, metionina y el triptófano.

El almidón constituye la mayor parte de los carbohidratos de los cereales. Su proporción puede variar entre 60-70% del total de la MS. Este alto contenido de almidón es lo que determina su elevado valor energético, el cual puede variar entre 2,5 y 3,3 Mcal. de EM/Kg. M. S.

El contenido medio de FB de los cereales es bajo, observándose una notable variación entre los distintos granos, determinado esto, por las características del tegumento. Los cereales como la avena y cebada contienen las mayores proporciones (avena de 10-11%, cebada de 5-6%), siendo en cereales desnudos como el maíz y el trigo alrededor del 2,0%. La diferencia en el contenido de FB influye notablemente en el valor nutritivo de los cereales debido a su efecto sobre la digestibilidad de la MS.

Alimentos Proteicos o Concentrados

Los concentrados energéticos no proporcionan por lo general, la cantidad de proteínas necesarias para la máxima y eficiente contribución de los animales en explotación a una producción económica, por lo que deberán ser complementados con otros alimentos que aporten proteínas adicionales a la ración.

Los concentrados proteicos se caracterizan por aportar cantidades apreciables de proteínas, conteniendo más de 16% de dicho nutriente y, además, por contener menos del 18% de fibra bruta.

Por su origen se puede clasificar en: Vegetales, animales y microbianos.

Concentrados Proteicos de Origen Vegetal

Se obtienen como subproductos de la industria aceitera, ya que todos son de semillas oleaginosas. Una vez que se les extrae el aceite, queda un residuo que se conoce con el nombre de torta. La producción anual mundial sobrepasa los 100 millones de TM, por lo que el subproducto de la producción aceitera toma gran importancia económica.

Las tortas se obtienen por dos métodos: mecánico y por solvente orgánico de las grasas. El método mecánico consiste en la compresión de las semillas previamente tratadas al vapor y trituradas, en grandes prensas hidráulicas. El aceite escurre y quedan láminas de tortas prensadas que más tarde se fraccionan en pedazos y son molidos para formar harinas.

El procedimiento de extracción por solventes es más moderno. Se somete la semilla a la acción de un disolvente de bajo punto de ebullición (éter de petróleo). Después de la extracción del aceite y de la separación de la mayor parte del solvente, se separan las últimas trazas por la acción del vapor, siendo de esta forma cocido el residuo simultáneamente.

Con el método mecánico queda generalmente un residuo de 6-8% de aceite, mientras que con el método de solventes se deja sólo del 0,8 al 3% de aceite.

Las tortas de semilla de algodón, maní y girasol pueden obtenerse decorticadas y sin decorticar. Cuando se comparan por el mismo procedimiento de extracción, las tortas no decorticadas contienen usualmente menos proteínas, más carbohidratos solubles y más fibra que la correspondiente torta decorticada.

Concentrados Proteicos de Origen Animal

Los principales productos son la harina de pescado, harina de carne y hueso, harina de sangre y harina de leche. Todos constituyen concentrados proteicos de alto Valor Biológico, son buenas fuentes de minerales y vitaminas (principalmente B12) y además de los llamados factores no identificados.

Por lo general presentan una alta proporción de MS (85-95%). El contenido de proteína es muy alto (50-80%). La grasa presente en ellos es muy variable (4-15%), en dependencia de la calidad del proceso de obtención y de la materia prima.

La concentración de EM. puede variar 2,3 y 3,4 Mcal/kg MS, en virtud de su alto contenido de proteína y grasa. Todos estos concentrados son virtualmente carentes de fibras. La riqueza en minerales constituye una característica, y su cantidad viene dada por las proporciones de huesos o de espaldas de la materia de origen (6-20% de las cenizas)

Los concentrados proteicos de origen animal, generalmente se usan para elevar la proteína total en las raciones y también para mejorar el equilibrio de algunos aminoácidos. Como es conocido, las proteínas de las tortas y también de los cereales suelen ser deficientes en lisina y otros aminoácidos esenciales, las proteínas de origen animal son ricas en estos aminoácidos.

Por esto los concentrados proteicos de origen animal tienen gran valor como suplemento de las proteínas de origen vegetal. De esta combinación resulta un producto de mayor valor biológico del que tendría la proteína vegetal por separado.

Los concentrados proteicos de origen animal de productos y subproductos crudos, son calentados para cocerlos hasta el punto de esterilización y separar la grasa. Las altas temperaturas pueden afectar su valor nutritivo al provocar la pérdida de vitaminas y otros principios nutritivos.

Para su obtención se utilizan varios métodos entre los que podemos citar:

a. Elaboración por desecación. En este método el vapor que se utiliza para el calentamiento no se pone en contacto con el alimento.

b. Elaboración por digestor. El vapor utilizado está en contacto con el alimento, por lo que se obtiene un producto con menor cantidad de grasa.

Con cualquiera de los dos métodos empleados, se procedería posteriormente a extraer la grasa, ya bien sea por prensado o disolvente orgánico.

Las cualidades nutritivas de estos alimentos, determinan que sean recomendados en la alimentación de animales jóvenes en particular y en general para animales monogástricos

Concentrado proteicos de origen Microbiano

En los países tropicales la melaza constituye la materia prima para la fabricación de levaduras. Por su alto contenido de azúcares, 3,85 TM, de miel son capaces de producir 1 TM levadura *Torula*. El contenido proteico de esta levadura fluctúa entre 41 y 47%.

El aminoácido esencial metionina constituye el primer limitante del VB de esta proteína, encontrándose valores para este aminoácido entre 0,42 y 0,80, sin embargo, es muy rica en lisina (10,2%), nivel superior al de la harina de pescado (9,2%).

Contiene muy bajas proporciones de grasa, no superando el 1%. El ELN alcanza valores cercanos al 30%. Contiene por encima de 1,5% de fósforo y por debajo 0,5% de calcio.

Es tan rica en complejo B como el hígado con la excepción de B12, de la cual prácticamente carece. Además, es una fuente rica en provitamina D (ergosterol).

También se produce otra levadura: La *Sacharomyces* como un subproducto de la producción de alcohol, recuperando de 7-12kg por cada 100 litros, de alcohol producidos. contiene entre 35 y 40% de proteína y su valor nutritivo es similar al de la *Torula*. Además, posee cantidades apreciables de B12 y las del resto de las del complejo B.

PREGUNTAS DE REPASO

1. Describa usted el método químico de valoración de alimentos.
2. Explique usted cual es el objetivo de la valoración de alimentos.
3. Describa usted la clasificación de los alimentos.
4. De ejemplos de los grupos de alimentos.
5. Elabore una lista de los recursos alimentarios para animales disponibles en su zona, o finca.
6. Señale los valores de Materia Seca, Proteína Bruta, Energía Metabolizable, Energía Digestible, Calcio y Fósforo.
7. Calcule o asigne el valor económico de los recursos alimentarios disponibles en su zona, por unidad de medida, a saber: Quintal, kilo o litro.
8. En cuanto tenga realizado los tres pasos anteriores, agrupe los recursos alimenticios disponibles en su zona en: Alimentos Energéticos, Alimentos Proteicos , Alimentos Voluminosos y Fuentes de Minerales.
9. Mencione que alimentos son utilizados en su zona como fuentes de vitaminas.
10. Mencione que alimentos son utilizados en su zona como fuente de minerales u otros aditivos como saborizantes, etc.
11. Mencione que alimentos son tradicionalmente utilizados en su zona en la alimentación de vacas lecheras.
12. Mencione que alimentos son tradicionalmente utilizados en su zona en la alimentación de cerdos.
13. Mencione que alimentos son tradicionalmente utilizados en su zona en la alimentación de aves.
14. Localice los límites mínimos y máximos de las siguientes materias primas para pollos de engorde en preinicio, inicio y ponedoras fase I (maíz, H. de soya, sal común, harina de yuca y sorgo).

BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 199
- Official methods of analysis (15th edition) Washington DC. USA.
- Blandino R.; Mendieta, B. 1995. Primer curso de formulación de Raciones, UNA. Nicaragua.
- De Alba. J. 1985. Alimentación del Ganado en América Latina
- Flores, J. 1989. Manual de Alimentación Animal
- Londoño, F.1993. Fundamentos de Alimentación Animal
- Pujol,M. 1998. Gramíneas. Aplicaciones agronómicas. Ediciones UPC. Barcelona.
- Revuelta.L. 1967. Bromatología Zootécnica.

CAPITULO 3

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE LOS ANIMALES DOMESTICOS

SUMARIO	
1. Introducción	1
2. Concepto de Requerimientos Nutritivos	2
3. Mantenimiento	3
4. Producción	4
5. Reproducción	5
6. Otros	6
7. Conclusión	7
8. Bibliografía	8
OBJETIVOS	
1. Definir los requerimientos nutricionales	1
2. Clasificar los requerimientos nutricionales	2
3. Determinar los requerimientos nutricionales	3
4. Aplicar los requerimientos nutricionales	4
5. Evaluar los requerimientos nutricionales	5
6. Interpretar los requerimientos nutricionales	6
7. Comunicar los requerimientos nutricionales	7
8. Mantener los requerimientos nutricionales	8

1. INTRODUCCIÓN

Al querer planificar una correcta estrategia de alimentación necesitamos indefectiblemente dos elementos sin los cuales no podemos hacerlo, uno de ellos es el conocimiento de los valores nutricionales de los alimentos a utilizar y por otro lado tenemos los requerimientos nutricionales de los animales a alimentar.

El normar los requerimientos nutritivos de las diferentes especies y categorías animales nos permite establecer las raciones adecuadas en cada caso, para una producción dada.

El principio básico en la determinación de los requerimientos es el de cubrir las necesidades del animal sin afectar su metabolismo, explotando al máximo su potencial genético

La organización de una alimentación óptima en los animales balanceando las raciones de acuerdo a los nutrientes principales y demás elementos nutritivos tiene un extraordinario significado en el aprovechamiento económico de los alimentos y del animal.

El cumplir el principio de balance de las raciones permite elevar en un 15-50% el uso eficaz de los alimentos. En los últimos decenios, la zootecnia se ha enriquecido con nuevos datos sobre las necesidades de los animales en nutrientes, así como la participación de estos en el metabolismo y aprovechamiento eficaz para la mejor conversión en carne, leche, lana, huevo, etc. En la actualidad el balance de las raciones para el ganado vacuno y ovino se lleva a cabo en más de 20 indicadores, para los cerdos en 30-35 y para las aves en 45 y más.

En la producción intensiva los indicadores de requerimiento a controlar aumentan debido a que los requisitos para la calidad de los alimentos aumentan y el potencial genético de los animales también, lo que genera mayores necesidades para hacerlos producir al máximo sin afectarlos en su metabolismo de modo que su ciclo de vida productivo sea más largo o lo más largo posible.

2. CONCEPTO DE REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS

Se entiende por requerimientos nutritivos las cantidades adecuadas de los principios nutritivos indispensables para satisfacer las necesidades nutritivas de los animales en función de su especie, edad, sexo, producción y reproducción.

2.1. Su Determinación Atendiendo A Los Distintos Fines Productivos: Mantenimiento, Crecimiento, Gestación Y Producción.

Los requerimientos de mantenimiento son las necesidades nutritivas elementales para todos los animales, que sirvan para mantenerlos vivos y conservar un equilibrio en su peso vivo.

El recambio constante de los elementos anatómicos y el gasto que origina la función de todos y cada uno de los órganos de un ser vivo supone necesidades de conservación o mantenimiento que serán asegurados con una determinada cantidad de nutrientes, estos requerimientos expresan las necesidades nutritivas exigidas para la reposición del calor que el organismo pierde bajo la influencia de las condiciones del medio y del consumo de energía a las actividades vitales.

Los requerimientos nutritivos de mantenimiento de los animales domésticos se elevan al aumentar el peso vivo de los animales pero no siguen totalmente ese aumento de peso en el sentido que referidos a 100kg de PV son mayores en los animales de poco peso y disminuyen en los de mayor peso. Esto se debe a la mayor irradiación relativa de calor y al aumento también relativo de los procesos catabólicos, por lo que los

requerimientos de mantenimiento, por cada 100kg de PV, son mayores en los animales pequeños que en los grandes.

El crecimiento consiste en la multiplicación y aumento del volumen de las células que forman los tejidos y los órganos de un animal, desde el momento de su concepción hasta el momento en que el animal ha alcanzado su edad adulta. Este fenómeno se divide en dos componentes: El crecimiento en peso y en dimensiones corporales y el desarrollo o las modificaciones que sufren los órganos viscerales, del esqueleto, los músculos y los tejidos adiposos durante este periodo.

Un animal joven que tenga sus requerimientos nutritivos satisfechos durante toda su vida tendrá un crecimiento intenso en el periodo comprendido entre el nacimiento y la pubertad y más intenso en sentido relativo en aquellas especies que alcanzan su edad adulta más precozmente, como es el caso de los cerdos y corderos. Sucesivamente y hasta alcanzar su completo desarrollo el crecimiento seguirá un ritmo más lento como menor sea el peso vivo del animal que lo separe del peso vivo del adulto.

Las máximas posibilidades de producción de cualquier animal dependen de los factores característicos hereditarios pero no puede desarrollar su capacidad productiva completa si no recibe una alimentación satisfactoria durante el periodo de crecimiento.

El crecimiento da la base para la producción de carne en todas las especies animales de En las vacas lecheras, la primera lactación suele tener lugar en el curso del tercer año de vida, cuando el crecimiento de su organismo aún no está terminado; el máximo desarrollo de una vaca no se alcanza hasta los cinco años y medio.

Los requerimientos nutritivos para el crecimiento, en el caso de los animales de engorde, están en función de la tasa de ganancia diaria. En el caso de las vacas lecheras jóvenes se recomienda incrementar los requerimientos de todos los nutrientes para el mantenimiento en una proporción del 20% durante la primera lactación y en un 10% durante la segunda lactación con el fin de permitir un crecimiento adecuado.

El conocimiento de los requerimientos nutritivos de la gestación es de máxima importancia dado el valor económico que asume la función reproductora en las especies domésticas.

En la vaca el crecimiento del feto es lento al iniciarse los primeros meses de la gestación. El crecimiento del feto se incrementa grandemente en los últimos cuatro meses de la gestación. Esta consideración se puede también tener en cuenta en los que se refiere a ovinos y porcinos.

Los requerimientos nutritivos de la vaca en gestación se incrementan durante los dos últimos meses de la misma. En cuanto a los requerimientos nutritivos para la producción, estos se incrementan según el nivel de ésta. La cantidad de los diversos

principios nutritivos que una hembra en ordeño necesita dependen fundamentalmente de la cantidad de leche que está produciendo realmente. De igual modo, para cada kilogramo de leche más rica en grasa se necesitará una cantidad mayor de principios nutritivos que para un kilo de leche pobre en grasa.

3. NIVEL NUTRICIONAL

3.1. Definición

Se define como nivel nutricional la proporción en que una ración cubre los requerimientos energéticos de un animal de una especie y categoría dada.

El nivel nutricional de una ración puede ser normal o medio, alto o bajo.

Se entiende por nivel nutricional normal o medio, aquel que cubre los requerimientos energéticos del animal al 100%. Si el suministro de energía en la ración está por encima del 10% de los requerimientos de mantenimiento nutritivos, el nivel es alto. Por el contrario, si el suministro de energía de la ración está por debajo del 10% de los requerimientos energéticos el nivel nutricional será bajo.

4. RELACIÓN ENTRE LOS REQUERIMIENTOS Y LAS RACIONES DE LOS ANIMALES.

Un standard de alimentación es una tabla que expresa lo que se admite como la necesidad o requerimiento diario de un animal de una especie definida en uno o en varios nutrientes más conocidos

Con los años, las tablas de requerimientos nutritivos se han hecho más específicos y más amplias a medida que han ido aumentando los conocimientos sobre las necesidades nutritivas y los factores que las determinan y modifican. Mientras que los primitivos standard trataban principalmente de la energía y proteína de animales medios, las tablas modernas no solo incluyen las necesidades calóricas, sino también las de aminoácidos, vitaminas y minerales, siendo además altamente específicos respecto al animal para el que se aplican las cifras de necesidades dadas. Estas tablas están dadas de acuerdo a la categoría, producción y estado fisiológico de los animales. La mayoría de las tablas de requerimientos se expresan:

1. En cantidades de nutrientes requeridos por día
2. Concentración de la ración.

El primer tipo se emplea en los casos en que se dá a los animales una cantidad de alimento en un período de 24 horas y el segundo cuando se dá a los animales una ración sin limitar el tiempo en que se consume (ad-libitum). En la actualidad las tablas de requerimientos más utilizadas son las tablas que publica el Consejo Nacional de Investigaciones de los EEUU, NRC en sus siglas en Inglés, el cual ha trabajado en toda clase de animales cuyos requerimientos señalan y actualiza los principios nutritivos de cada especie para funciones diferentes. Es así que a establecido tablas de

requerimientos para bovinos de carne, vacas lecheras, cerdos, aves, equinos, conejos, cabras, ovejas, entre otras.

El objetivo de la alimentación racional de los animales ha de ser el proporcionar a estos alimentos adecuados para obtener el máximo rendimiento, con el menor costo posible, durante el mayor plazo de tiempo. Para ello se requiere de una serie de conocimientos indispensables que aseguren el éxito de una explotación verdaderamente técnica y económica.

5. ENERGÍA

La energía es la materia indispensable para los procesos vitales. En nutrición animal se expresa como calor (calorías)¹, el cual se libera de los alimentos y es aprovechado por los animales para poder efectuar la masticación, los movimientos de las distintas partes del cuerpo, la formación de tejidos (huesos, grasas, etc.) y la producción de leche, carne, huevo, entre otros, actividades que dan origen al metabolismo energético.

La energía se expresa en calorías. Como esta unidad es muy pequeña se utiliza las kilocalorías (kcal) que equivalen a 1000 calorías y principalmente se expresan en megacalorías (Mcal), que equivalen a 1000kcal, que representa el consumo de energía por kg de peso vivo.

El suministro insuficiente de elementos energéticos a los animales jóvenes, provoca un retraso en el crecimiento y demora el comienzo de la pubertad o en el caso de las aves ponedoras la postura. Una severa y prolongada deficiencia de energía disminuye la función reproductora, mientras que la carencia de otros principios nutritivos tiene efectos más específicos.

Las cantidades de energía dadas en las tablas, son las necesarias para un buen desarrollo y producción óptimos, lo cual no significa, forzosamente, que sean las cantidades máximas que el animal puede consumir cuando se alimenta ad-libitum. Una alimentación que no alcance los niveles recomendados, tendría como consecuencia índices de crecimiento inferiores a los considerados óptimo, o una disminución en los rendimientos.

Los requerimientos de energía en este documento son expresados en energía digestible (ED) y energía metabolizables (EM).

La energía digestible (ED) de un alimento es la energía bruta (ó total) de un alimento menos el calor de combustión de las heces. La energía absorbida está definida como calor de combustión de los compuestos portadores de energía derivados del alimento

¹Una caloría es la cantidad de calor preciso para elevar la temperatura de 1litr de agua desde 14.5° a 15.5°C. esto equivale a 4.184 julios. En alimentación animal, el término utilizado con mayor frecuencia es la megacaloría, aunque también se utiliza la palabra therm (1 therm= 1 Mcal=1000 Kcal= 1000000 cal) esta para expresar la energía neta o energía productiva de las raciones

que pasa la pared del tracto digestivo. Esta expresión de E.D. es utilizada específicamente para expresar los requerimientos de energía de los cerdos.

La energía metabolizable (EM) es aquella que es capaz de utilizar el animal en su actividad metabólica, mantenimiento y producción, una vez que se le resta la cantidad de energía que se pierde en las heces, la orina y los gases que se producen en la digestión de los alimentos. La energía metabolizable se utiliza para expresar los requerimientos energéticos de los bovinos y de las aves.

También se utiliza como expresión energética los nutrientes digestibles totales (TDN), que como su nombre lo indica representa el % de digestibilidad de todos los nutrientes. Se debe tener en cuenta que 1 Kg de TDN tiene un valor promedio de 4,400 Kcal de ED, por lo que se puede calcular la energía digestible a partir de los TDN.

5.1. Eficiencia de Utilización de la Energía Metabolizable

La eficiencia con que se utiliza la energía metabolizable (EM) del alimento varía según la función para la cual se utiliza. Para la producción de leche la eficiencia con que se utiliza la energía metabolizable (% de la EM consumida convertida en leche) del aumento varía por lo general entre 60 y 70%.

La eficiencia con que se utiliza la EM para la producción de leche es menor que la eficiencia con que se utiliza para el mantenimiento, 70-80% y mayor que la eficiencia con que se utiliza la EM para el engorde 30-65%.

La mayor eficiencia de la producción de leche en comparación con la síntesis de la grasa corporal, se debe a que la síntesis de lactosa y proteína en la leche requiere poca energía ya que la grasa sintetizada es de cadena corta, las cuales requieren menos energía para su síntesis que los ácidos grasos de cadena larga, que forman la grasa corporal.

La eficiencia energética varía con la concentración energética de la ración. En el caso del mantenimiento y el engorde la eficiencia aumenta proporcionalmente con la concentración energética de la ración, sin embargo, en la producción de leche se nota una máxima eficiencia cuando la ración tiene una concentración energética de aproximadamente 2.7 Mcal EM/kg MS.

Valores por encima y por debajo hacen que la eficiencia disminuya.

Eficiencia en la utilización de la EM para el mantenimiento, lactación y engorde

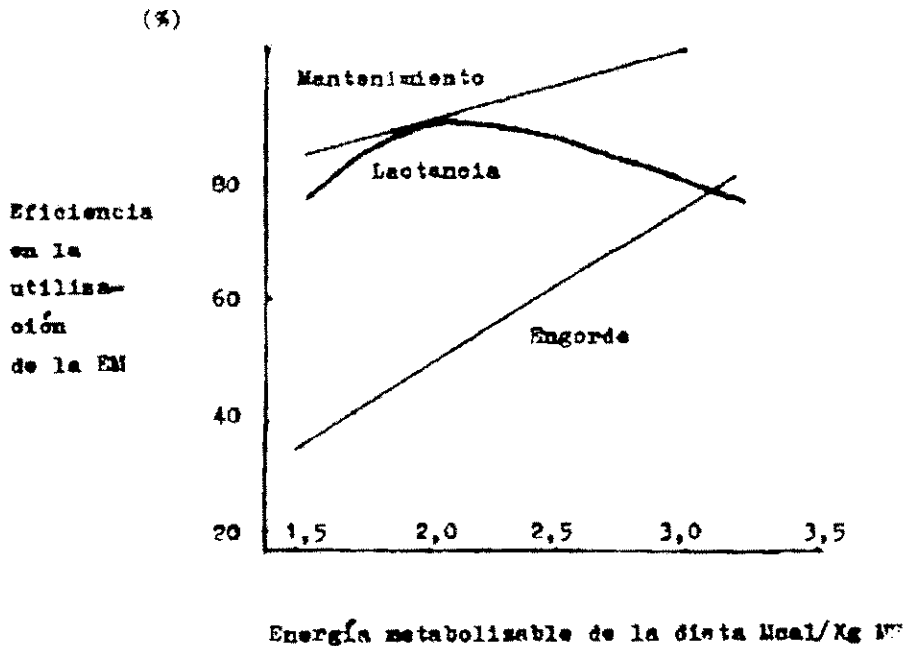


Figura 10. Eficiencia en la utilización de la EM para el mantenimiento, y engorde.

6. PROTEÍNA

El nivel correcto de proteína en la ración está determinado según la especie animal, sea ésta rumiante o monogástrica (bovinos o cerdos por ejemplo). En el caso de los monogástricos está determinada por la capacidad de la proteína para suministrar aminoácidos esenciales. Si se satisfacen estas condiciones el animal rendirá satisfactoriamente, aunque los niveles de proteína de la ración no sean siempre los mismos. Para asegurar la cantidad adecuada de aminoácidos esenciales y equilibrar la ración, se deben suministrar suplementos de aminoácidos de origen natural o sintético. En el caso de los ruminantes la proteína se expresa en base a los requerimientos totales de nitrógeno y proteína digestible, no importando en esta especie el suministro de aminoácidos esenciales, y el nitrógeno no proteico (NPN) puede satisfacer hasta un 33 % del total de nitrógeno requerido por animales en desarrollo y engorde.

7. MINERALES

El calcio y el fósforo son elementos muy importantes para el desarrollo del esqueleto y la resistencia ósea. Su valor está reconocido desde hace muchos años, y en el desarrollo esquelético normal la vitamina D constituye el tercer componente.

La relación más favorable entre el calcio y el fósforo parece ser de 1.5:1 a 2:1.

Los requerimientos diarios de calcio y de fósforo están indicados en gramos y en porcentaje de la ración. Debe evitarse niveles excesivos de calcio.

Las necesidades de sodio y cloro son satisfechas, en parte por el contenido natural de estos elementos en la ración.

8. VITAMINAS

Las vitaminas más importantes en la ración son la vitamina A y B12. Los requerimientos de vitaminas están expresados en unidades internacionales (UI).

Tablas de Requerimientos Nutricionales

CATEGORIA	P. ALVEN.	REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES PARA MANTENIMIENTO Y AUMENTO DE PESO 1/										
		M.S. 47		P.O.		P.O.		Ca		P		
		(g/d)	(Lb/d)	(g/d)	(oz/d)	(g/d)	(oz/d)	(g/d)	(oz/d)	(g/d)	(oz/d)	
TERNERAS AÑAJAS	---	5.0	(11.0)	260	(9.2)	140	(4.9)	6.0	1.9	(4.2)	6.0	6.0
(200 Kg Peso Vivo)	250	5.0	(11.0)	450	(15.9)	270	(9.5)	9.3	2.6	(5.7)	0.0	8.0
(Consumo de M.S. 2.5% P.V.)	500	5.0	(11.0)	590	(19.0)	350	(12.3)	11.2	3.1	(6.8)	13.0	10.0
	750	5.0	(11.0)	560	(19.7)	360	(12.7)	12.5	3.5	(7.7)	10.0	14.0
TERNEROS AÑOJOS	---	5.0	(11.0)	260	(9.2)	140	(4.9)	6.0	1.9	(4.2)	6.0	6.0
(200 Kg Peso Vivo)	250	5.0	(11.0)	450	(15.9)	270	(9.5)	9.3	2.6	(5.7)	0.0	8.0
(Consumo de M.S. 2.5% P.V.)	500	5.0	(11.0)	540	(19.0)	350	(12.3)	11.2	3.1	(6.8)	13.0	10.0
	750	5.0	(11.0)	560	(19.7)	360	(12.7)	12.5	3.5	(7.7)	10.0	14.0
VAQUILLAS DESARROLLO 2/	---	8.4	(18.5)	350	(12.3)	190	(6.7)	11.6	3.3	(7.3)	0.0	6.0
(300 Kg Peso Vivo)	250	8.4	(18.5)	540	(19.0)	320	(11.3)	15.7	4.0	(10.5)	11.0	11.0
(Consumo de M.S. 2.0% P.V.)	500	8.4	(18.5)	770	(27.1)	470	(16.6)	13.9	5.5	(12.1)	14.0	14.0
	750	8.4	(18.5)	890	(31.4)	570	(20.1)	22.7	6.3	(13.9)	17.0	15.0
VAQUILLAS VIENTRE 2/ 2/	---	9.8	(21.5)	395	(13.9)	215	(7.6)	13.0	3.6	(7.9)	9.0	9.0
(350 Kg Peso Vivo)	250	9.8	(21.5)	590	(20.0)	335	(11.8)	17.0	4.9	(10.8)	12.5	12.5
(Consumo M.S. 2.8% P.V.)	500	9.8	(21.5)	815	(28.7)	405	(14.9)	22.5	6.1	(13.4)	15.5	15.5
	750	9.8	(21.5)	805	(31.2)	540	(19.0)	25.5	7.1	(15.6)	17.5	16.8
NOVILLOS DESARROLLO 1/	---	8.4	(18.5)	350	(12.3)	190	(6.7)	11.6	3.3	(7.3)	5.0	8.0
(300 Kg Peso Vivo)	250	8.4	(18.5)	540	(19.0)	320	(11.3)	15.7	4.0	(10.3)	11.0	11.0
(Consumo M.S. 2.0% P.V.)	500	8.4	(18.5)	770	(27.1)	470	(16.6)	13.9	5.5	(12.1)	14.0	14.0
	750	8.4	(18.5)	890	(31.4)	570	(20.1)	22.7	6.2	(13.9)	17.0	15.0
NOVILLOS ENGORDE 2/ 2/	---	9.8	(21.5)	395	(13.9)	215	(7.6)	13.0	3.6	(7.9)	9.0	9.0
(350 Kg Peso Vivo)	250	9.8	(21.5)	590	(20.0)	335	(11.8)	17.0	4.9	(10.8)	12.8	12.8
(Consumo M.S. 2.8% P.V.)	500	9.8	(21.5)	815	(28.7)	405	(16.9)	22.5	6.1	(13.4)	15.5	15.5
	750	9.8	(21.5)	805	(31.2)	540	(19.0)	25.5	7.1	(15.6)	17.5	16.5
NOVILLOS ENGORDE FINAL 2/	---	11.2	(24.5)	440	(15.5)	240	(8.4)	14.4	4.0	(8.8)	10.0	10.0
(400 Kg Peso Vivo)	250	11.2	(24.5)	640	(22.5)	350	(12.3)	19.9	5.5	(12.1)	14.0	14.0
(Consumo M.S. 2.0% P.V.)	500	11.2	(24.5)	910	(32.1)	530	(10.7)	26.2	7.2	(15.0)	10.0	10.0
	750	11.2	(24.5)	940	(33.1)	550	(19.4)	30.2	8.4	(18.5)	19.0	19.0

Requerimientos Nutricionales

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

CATEGORIA	REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES PARA MANTENIMIENTO, GESTACION Y PRODUCCION DE LECHE (1)											
	M.S.		P.D.		P.D.		E.P.	M.D.T.		Ca	P	
	(g/d)	(kg/d)	(g/d)	(kg/d)	(g/d)	(kg/d)	(kg/d)	(g/d)	(kg/d)	(g/d)	(g/d)	
LACTANTES 450 Kg P.V. (3.5% de grasa)	8 Kg Leche/d	12.6	(27.7)	1,322	(47)	784	(28)	28.4	8.0	(17.6)	42	35
	10 Kg Leche/d	12.6	(27.7)	1,470	(52)	880	(31)	30.5	8.6	(18.9)	52	39
	12 Kg Leche/d	13.5	(29.7)	1,618	(57)	976	(34)	32.6	9.2	(20.3)	67	43
	14 Kg Leche/d	13.5	(29.7)	1,766	(62)	1,072	(38)	34.7	9.8	(21.6)	82	47
	16 Kg Leche/d	13.5	(29.7)	1,914	(67)	1,168	(41)	36.9	10.5	(23.0)	97	53
LACTANTES 450 Kg P.V. (4% de grasa)	8 Kg Leche/d	12.6	(27.7)	1,255	(48)	808	(29)	28.9	8.1	(17.9)	46	36
	10 Kg Leche/d	12.6	(27.7)	1,410	(51)	910	(32)	31.2	8.8	(19.4)	53	40
	12 Kg Leche/d	13.5	(29.7)	1,666	(59)	1,012	(36)	33.5	9.5	(20.8)	68	44
	14 Kg Leche/d	13.5	(29.7)	1,822	(64)	1,114	(39)	35.7	10.1	(22.3)	84	48
	16 Kg Leche/d	13.5	(29.7)	1,978	(70)	1,216	(43)	38.0	10.8	(23.7)	99	52
LACTANTES 500 Kg P.V. (3.5% de grasa)	8 Kg Leche/d	14.0	(30.8)	1,372	(48)	814	(29)	30.7	8.5	(18.7)	50	37
	10 Kg Leche/d	14.0	(30.8)	1,520	(54)	910	(32)	32.2	9.1	(20.0)	55	41
	12 Kg Leche/d	15.0	(33.0)	1,668	(59)	1,006	(36)	34.3	9.7	(21.4)	63	45
	14 Kg Leche/d	15.0	(33.0)	1,816	(64)	1,102	(39)	36.4	10.3	(22.7)	69	49
	16 Kg Leche/d	15.0	(33.0)	1,964	(69)	1,198	(42)	38.6	11.0	(24.1)	74	52
LACTANTES 500 Kg P.V. (4% de grasa)	8 Kg Leche/d	14.0	(30.8)	1,404	(50)	830	(30)	30.6	8.6	(19.0)	51	38
	10 Kg Leche/d	14.0	(30.8)	1,560	(55)	940	(33)	32.9	9.3	(20.5)	56	42
	12 Kg Leche/d	15.0	(33.0)	1,716	(61)	1,042	(37)	35.2	10.0	(21.9)	61	46
	14 Kg Leche/d	15.0	(33.0)	1,872	(66)	1,144	(40)	37.4	10.6	(23.4)	67	50
	16 Kg Leche/d	15.0	(33.0)	2,028	(72)	1,246	(44)	39.7	11.3	(24.8)	71	54

REQUERIMIENTO NUTRICIONAL

CATEGORIA	ACTIVIDAD	REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTOS PARA MANTENIMIENTO Y GESTACION ^{1/}									
		N.S. ^{2/}		P.B.		P.O.		E.M.	M.O.T.		Ca
		(Kg/d)	(Lb/d)	(gr/d)	(oz/d)	(gr/d)	(oz/d)	(Kcal/d)	(Kg/d)	(Lb/d)	(gr/d)
YACAS SECAS (350 Kg P.V.)	M + G	9.8	(21.6)	570	(20.1)	315	(11.1)	16.0	4.5	(9.9)	21
Yacas secas (400 Kg P.V.)	M + G	11.2	(24.6)	650	(22.9)	355	(12.5)	17.6	5.0	(11.0)	23
Yacas secas (450 Kg P.V.)	M + G	12.6	(27.7)	730	(25.7)	400	(14.1)	19.9	5.5	(12.1)	26
YACAS LACTANTES (350 Kg P.V.)	M + G	9.8	(21.6)	570	(20.1)	315	(11.1)	16.0	4.5	(9.9)	21
Yacas lactantes (400 Kg P.V.)	M + G	11.2	(24.6)	650	(22.9)	355	(12.5)	17.6	5.0	(11.0)	23
Yacas lactantes (500 Kg P.V.)	M + G	12.6	(27.7)	730	(25.7)	400	(14.1)	19.9	5.5	(12.1)	26
	M + G	14.0	(30.8)	780	(27.5)	430	(15.2)	21.6	6.0	(13.2)	29
RENDIMIENTOS QUE HAY QUE AGREGAR A LOS REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y GESTACION EN CONCEPTO DE REQUERIMIENTOS POR CADA LITRO (L) DE											
RENDIMIENTOS DE 1 Kg LECHE	3.5% Grasa			74	(2.6)	48	(1.7)	1	0.30	(0.7)	2.6
Rendimientos de 8 Kg Leche	3.5% Grasa			592	(20.9)	348	(13.5)	8.5	2.5	(5.5)	20.8
Rendimientos de 10 Kg Leche	3.5% Grasa			740	(26.1)	480	(16.9)	10.6	3.1	(6.8)	26.0
Rendimientos de 12 Kg Leche	3.5% Grasa			888	(31.3)	576	(20.3)	12.7	3.7	(8.2)	31.2
Rendimientos de 14 Kg Leche	3.5% Grasa			1,036	(36.5)	672	(23.7)	14.8	4.3	(9.5)	36.4
Rendimientos de 16 Kg Leche	3.5% Grasa			1,184	(41.7)	768	(27.1)	17.0	5.0	(10.9)	41.6
RENDIMIENTOS DE 1 Kg LECHE	4.0% Grasa			78	(2.7)	51	(1.8)	1.1	0.33	(0.7)	2.7
Rendimientos de 8 Kg Leche	4.0% Grasa			624	(22.0)	408	(14.4)	9.0	2.6	(5.8)	21.6
Rendimientos de 10 Kg Leche	4.0% Grasa			780	(27.5)	510	(17.9)	11.3	3.3	(7.3)	27.0
Rendimientos de 12 Kg Leche	4.0% Grasa			936	(33.0)	612	(21.6)	13.6	4.0	(8.7)	32.4
Rendimientos de 14 Kg Leche	4.0% Grasa			1,092	(38.5)	714	(25.2)	15.8	4.6	(10.2)	37.8
Rendimientos de 16 Kg Leche	4.0% Grasa			1,248	(44.0)	816	(28.8)	18.1	5.3	(11.6)	43.2

REQUERIMIENTO NUTRICIONALES

REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTOS PARA MANTENIMIENTO, GESTACION Y PRODUCCION DE LECHE ¹⁷

CATEGORIA	ACTIVIDAD	M.S. ²¹		P.B.		P.D.		E.M.	H.D.T.		Ca	P
		(Kg/d)	(Lb/d)	(g/d)	(oz/d)	(g/d)	(oz/d)	(Mcal/d)	(Kg/d)	(Lb/d)	(g/d)	(g/d)
VACAS LACTANTES 350kg P.V VACAS LACTANTES (3.5Grasa)	8 Kg Leche/d	9.8	(21.6)	1,162	(41)	699	(25)	24.5	7.0	(15.4)	42	31
	10 Kg Leche/d	9.8	(21.6)	1,310	(46)	795	(28)	26.6	7.6	(16.7)	47	35
	12 Kg Leche/d	10.5	(23.1)	1,459	(51)	891	(31)	28.7	8.2	(18.1)	52	39
	14 Kg Leche/d	10.5	(23.1)	1,606	(57)	987	(35)	30.8	8.8	(19.4)	57	43
	16 Kg Leche/d	10.5	(23.1)	1,754	(62)	1,083	(38)	32.9	9.5	(20.8)	63	46
VACAS LACTANTES 350 Kg P.V VACAS LACTANTES (4.08 Grasa)	8 Kg Leche/d	9.8	(21.6)	1,194	(42)	723	(26)	25.0	7.1	(15.7)	43	32
	10 Kg Leche/d	9.8	(21.6)	1,350	(48)	825	(29)	27.3	7.9	(17.2)	48	35
	12 Kg Leche/d	10.5	(23.1)	1,506	(53)	927	(33)	29.6	8.6	(18.6)	53	40
	14 Kg Leche/d	10.5	(23.1)	1,662	(59)	1,029	(36)	31.8	9.1	(20.1)	59	44
	16 Kg Leche/d	10.5	(23.1)	1,818	(64)	1,131	(40)	34.1	9.8	(21.5)	64	48
VACAS LACTANTES 400 kg P.V VACAS LACTANTES (3.58 Grasa)	8 Kg Leche/d	11.2	(24.6)	1,242	(44)	755	(27)	26.1	7.5	(16.5)	44	33
	10 Kg Leche/d	11.2	(24.6)	1,390	(49)	855	(30)	28.2	8.1	(17.8)	49	37
	12 Kg Leche/d	12.0	(26.4)	1,539	(54)	953	(33)	30.3	8.7	(19.2)	54	41
	14 Kg Leche/d	12.0	(26.4)	1,686	(59)	1,057	(36)	32.4	9.3	(20.5)	59	45
	16 Kg Leche/d	12.0	(26.4)	1,834	(65)	1,163	(40)	34.6	10.0	(21.9)	65	49
VACAS LACTANTES 400Kg P.V VACAS LACTANTES (4.08 Grasa)	8 Kg Leche/d	11.2	(24.6)	1,274	(45)	783	(27)	26.6	7.6	(16.8)	45	34
	10 Kg Leche/d	11.2	(24.6)	1,430	(50)	885	(30)	29.0	8.3	(18.3)	50	38
	12 Kg Leche/d	12.0	(26.4)	1,586	(55)	987	(34)	31.2	9.0	(19.7)	55	42
	14 Kg Leche/d	12.0	(26.4)	1,742	(61)	1,089	(38)	33.0	9.6	(21.2)	61	46
	16 Kg Leche/d	12.0	(26.4)	1,898	(67)	1,191	(41)	35.7	10.3	(22.6)	66	50

PREGUNTAS DE REPASO

1. Conceptúe ¿Qué es requerimiento nutricional?
2. Mencione usted ¿Cuál es la importancia del correcto calculo de los requerimientos nutricionales?
3. Calcule los requerimientos de energía, proteína, minerales y vitaminas a una vaca que pesa 450kg y produce 20 litros de leche al 3.5% de grasa.
4. Calcule los requerimientos a una vaca de 400kg de peso, de primer parto que produce 11.7 litros de leche al 3.8% de grasa.
5. Calcule los requerimientos de un novillo de 350kg de peso y tiene una ganancia diaria de 250grs.
6. Determine los requerimientos nutricionales diarios (MS, EM, PB, Ca y P), para una vaca lechera de 400kg de peso vivo y 8 litros de leche de producción diaria.
7. Determine los requerimientos de proteína bruta, energía metabolizable, calcio y fósforo, en una ración, para una vaca lechera de 500kg de peso vivo y 23 litros de leche de producción diaria.
8. Determine los requerimientos nutricionales diarios de una vaca de 450kg de peso vivo y 10 litros de leche de producción diaria.
9. Determine la concentración de nutrientes que debe contener una ración para un novillo de 350kg peso vivo, y se espera que obtenga una ganancia de 900 g/diarios.
10. Determine los requerimientos de cerdos de finalización (ED, PB, Ca, P y Lis) con 80 kilogramos de peso vivo, en cantidad o porcentaje de la ración.
11. Determine el consumo de alimento de un cerdo de 60 kg de peso vivo.
12. Determine los requerimientos de un cerdo de 20kg de peso vivo, en cantidad o porcentaje de la ración.
13. Determine los requerimientos de proteína para pollos de engorde de 6 semanas, en porcentaje de la ración.
14. Determine los requerimientos de los aminoácidos lisina y metionina de un cerdito de 10kg de P.V, en porcentaje de la ración.

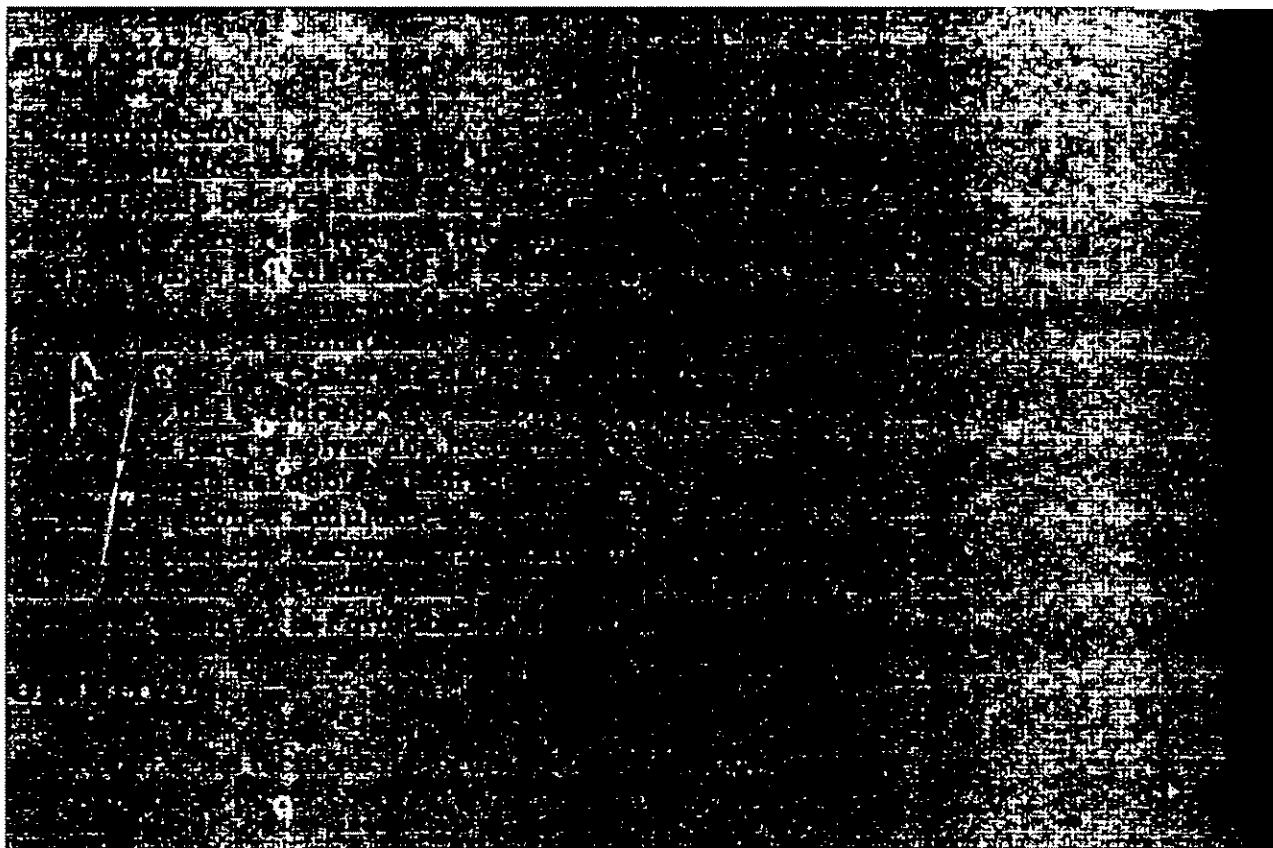
15. Determine los requerimientos nutritivos diarios (consumo diario, proteína en gramos, calcio en gramos y fósforo en gramos) de pollos de engorde de 7.5 semanas de edad. A partir del consumo exprese la concentración de cada uno de ellos en la ración.
16. Determine los requerimientos nutritivos de gallinas ponedoras de 20 semanas, expresados en porcentaje o cantidad de la ración.
17. Realice el balance de una dieta para pollos de engorde tomando en cuenta sus requerimientos de proteína, usando maíz amarillo y harina de soya, por el método de cuadrado de pearson.
18. Calcule los requerimientos de Energía para ponedoras de 20 semanas y realice un balance de una dieta utilizando sorgo y semolina de arroz.

BIBLIOGRAFIA

- Blandino R.; Mendieta B. 1995. Primer curso de formulación de raciones, UNA, Managua, Nicaragua.
- Boada, B et al. 1988. Nutrición y alimentación animal. ISCAH, Habana, Cuba.
- Cañas, R. et al. 1992. Simulación de sistemas pecuarios. RISPAL, San José CR.
- FAO. 1992. Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano.
- Santiago, Chile

CAPITULO 4

FORMULACION DE RACIONES



1. INTRODUCCIÓN

La alimentación adecuada de las diferentes especies animales presenta al técnico una serie de problemas a resolver, en primer los relativos a la especie animal de que se trate y al tipo de explotación a la que será sometida y, en segundo lugar los relativos a los tipo de alimentos disponibles y al conocimiento de sus valores nutritivos.

Sobre la base de estas consideraciones generales, el siguiente paso será formular una dieta adecuada de acuerdo a:

*Requerimientos nutricionales de la especie, según la variedad de que se trate, para lo cual también habrá de considerarse la edad, el peso y la función zootécnica.

*Costo de los diferentes alimentos con relación al aporte de sus valores nutricionales.

Una vez recabados los datos necesarios se procederá a balancear la ración, o sea, a determinar la proporción adecuada de las diferentes materias primas para satisfacer los requerimientos nutricionales del animal de que se trate. Dicho de modo más específico, por definición:

Ración balanceada es la que provee al animal las proporciones y cantidades apropiadas de todos los principios nutritivos que se requieren en un periodo de 24 horas, aunque se define también como ración a, "la cantidad de alimento que se da a un animal durante un periodo dado, por lo general un día.

Existen varios sistemas de formulación de raciones como son: Cuadrado de Pearson, balanceo por el método de ecuaciones de Gauss Jordan (ecuaciones simultaneas), Sistemas de Tanteo, Regla de Cramer (determinantes) y Programación lineal (métodos numéricos) entre otros, en este texto se explicarán algunos de los más sencillos y de uso común.

1.1. Consideraciones de los Ingredientes de la Ración.

Para formular raciones, primero se dividen los alimentos que tenemos en tres categorías: 1) Básicos, 2) Concentrados y 3) Voluminosos.

Formulación De Raciones

Se pueden formular raciones en las cuales:

1. Los tres componentes se mezclan para formar un alimento completo, o bien
2. Cada componente se considera una entidad aparte.

En este último caso cada alimento se da por separado, pero considerados en conjunto, la ración es balanceada. La mayoría de las raciones para no rumiantes dotados de ciego funcional, se formulan con el primer método. En cambio, a muchos rumiantes y herbívoros no rumiantes se les dan los concentrados y el alimento por separado, con suplementos vitamínicos y minerales a discreción.

1.2. Como balancear las raciones

Las raciones varían de acuerdo a las condiciones de una determinada finca o empresa, o prácticas de una zona. Por lo que el que va a balancear raciones debe estar en condiciones de elegir y comprar alimentos con conocimiento de causa; de verificar lo bien que la ración satisface sus necesidades, y de evaluar los resultados.

N Ver capítulo 2.

La formulación de las raciones consiste en combinar los alimentos que se habrán de consumir en la cantidad necesaria para cubrir los requerimientos diarios de principios nutritivos del animal, debemos tomar en cuenta las siguientes observaciones:

1. Para calcular raciones es necesario más que simples cuentas aritméticas, porque no existe juego de cifras capaz de sustituir la experiencia y la intuición del productor. El formular las raciones es un arte y una ciencia a la vez: el arte deriva del conocimiento de los animales, de la experiencia y la observación sagaz; la ciencia se basa en gran medida en la matemática, química, fisiología y bacteriología. Ambas son necesarios para el éxito.
2. Antes de tratar de balancear una ración, ténganse en cuenta los siguientes puntos principales:
 - a. Disponibilidad y costo de los ingredientes del alimento.
 - b. Humedad de cada ingrediente.
 - c. Composición de los alimentos.
 - d. Calidad del alimento, determinada por:
 1. El momento de la cosecha.
 2. Ausencia de contaminación.
 3. Uniformidad.
 4. Tiempo de almacenamiento.
 - e. Grado de procesamiento del alimento.
 - f. Los requerimientos de principios nutritivos para la respectiva clase de animales.
3. La ración balanceada tiene que ser:
 - a. De buen gusto y digestible.
 - b. Económica.
 - c. Formulada de modo que nutra a los miles de millones de bacterias del rumen, en el caso de los rumiantes.
 - d. Debe de realzar, en vez de deteriorar, la calidad del producto (leche, carne, huevos).
4. La fórmula debe modificarse por etapas para que concuerde con los cambios que experimentan el peso y la productividad de los animales.

Un problema simple con un solo alimento

Una de las situaciones más simples que podemos encontrar, es cuando sólo se cuenta con una sola clase de alimento y se quiere saber que cantidad de este requiere comer un animal. Supongamos que este alimento es un heno de leguminosa y que nosotros queremos conocer la cantidad que necesita comer un bovino de 200 Kg., que gana un promedio de 0.25 kg. por día. Si revisamos las tablas de NRC para bovinos productores de carne, encontraremos los siguientes datos:

Para un bovino de 200kg. se requiere:

*4.57 Kg. de MS

*0.45 Kg. de PB

*2.56 Kg. de TDN

La cantidad de heno requerida dependerá de la calidad nutritiva del heno, si consideramos el típico valor de un heno de leguminosa, encontramos que los datos análisis químico son los siguientes: MS 89.2%, PB 17.1% y TDN 56%, estos dos últimos datos obtenidos en base seca.

Por tanto, la cantidad de heno requerido para un adecuado consumo de Proteína Bruta es de $0.45/0.171 = 2.63\text{kg}$ y la cantidad requerida para un adecuado consumo de TDN es de $2.56/0.56 = 4.57\text{kg}$.

Como se puede notar cantidad de heno de leguminosas requerida está determinada simplemente por la división de los requerimientos (PB y TDN) entre la concentración de los nutrientes del alimento.

Si las tablas de NRC, indican que un bovino de 200kg con una ganancia de 0.25kg diarios necesita una ración con un 10% de PB, es muy claro que un heno con un 17.1% de PB proporciona un exceso de proteína, pero si comparamos el valor de TDN del heno con los requerimientos de estos nutrientes para un bovino de 200kg, encontraremos que el heno es inferior a los requerimientos por lo cual, seguramente, el bovino no ganará lo requerido.

Si lo que se requiere es ajustar las necesidades de consumo de MS del animal, tendríamos que:

a. $5.12 * 0.892 = 4.57\text{kg}$ de MS

b. $4.57 * 0.171 = 0.78\text{kg}$ de PB

c. $4.57 * 0.560 = 2.548\text{kg}$ de TDN

De estos datos encontraríamos que el heno de leguminosas suministrado al 100% de la capacidad digestiva del bovino, le brinda la cantidad adecuada de TDN, pero suministra un exceso de proteína de 0.33kg.

2. METODOS PARA RESOLVER UNA INCOGNITA

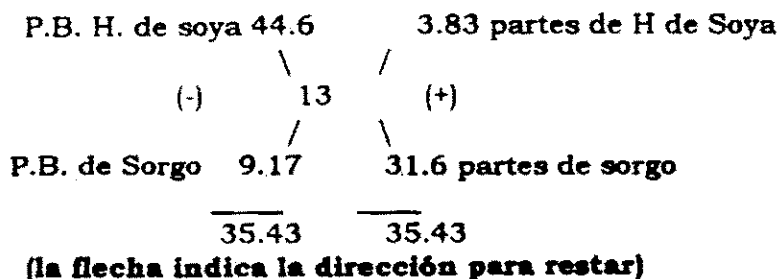
2.1. Métodos para Resolver una Incógnita

El cuadrado de Pearson es un procedimiento simple que puede ser realizado por cualquier persona que tenga conocimientos elementales de Matemáticas. El procedimiento se fundamenta en la utilización de un alimento o un grupo de estos, con una concentración de nutriente inferior al valor del nutriente buscado, combinado con uno o más alimento cuya concentración de nutrientes sea superior al valor del nutriente buscado. Veamos la aplicación de este método en casos concretos:

- a) Ejemplo 1: Balancear una dieta para cerdos en finalización los cuales tienen un peso vivo promedio (P.V.) de 80 Kg., si solo se cuenta para su alimentación con harina de soya sorgo cuyos valores en proteína bruta son de 44.6 y 9.17% respectivamente.
- b) Los requerimientos de proteína bruta para un cerdo de 80 Kg. son de 13% del total de la ración (Tablas de N.R.C.)
- c) Uso del cuadrado de Pearson:

P.B. de la harina de Soya = 44.6%
 P.B. del Sorgo = 9.17%

Se colocan del lado izquierdo los alimentos con sus respectivos porcentajes de proteína bruta; en el centro se coloca la necesidad del nutriente (P.B.) y se procede a restar los valores poniendo los resultados en forma cruzada, para formar un cuadrado.



- d) El resultado indica 3.83 partes de soya y 31.6 partes de sorgo o expresados en porcentajes:

% de H. de Soya	=	$3.83/35.43 * 100$	=	10.81
% de Sorgo	=	$31.6/35.43 * 100$	=	89.19%

				100.00%

- e) El resultado de las partes obtenidas debe coincidir con el resultado de la resta entre los valores nutricionales de las materias primas que se encuentran situadas en el lado izquierdo de nuestro cuadrado. Si es así significa que el balance es viable.
- f) Determinados los porcentajes para cada ingrediente o grupos de ingredientes se procede a verificar el aporte de proteína bruta.

H de Soya	10.81% *	0.446 (PB de la soya)	= 4.82
Sorgo	89.19% *	0.0917(PB del sorgo)	= 8.18
	-----		-----
	100%		13.00%

g) Reporte del alimento a elaborar en base seca.

INGREDIENTES	%	PB%
Harina de Soya	10.81	4.820
Sorgo	89.19	8.180
Total	100.00	13.00

El mismo procedimiento puede ser utilizado para los requerimientos de energía y minerales.

Como característica de este procedimiento se requiere que uno a la mezcla de los alimentos de una variable posea un valor superior al requerimiento del nutriente y que el otro alimento o mezcla de los alimentos de la otra variable posea un valor inferior al requerimiento del nutriente.

2.2. Método De Ecuaciones Para Una Incógnita

Para la solución de esta ecuación se dará un valor determinado a una de las variables, para así poder encontrar el valor de la segunda variable. A continuación se muestran unos ejemplos:

Balancear un alimento para cerdos en finalización cuyo peso vivo promedio es de 80kg Se cuenta para la alimentación con harina de soya y sorgo cuyos valores de proteína cruda son de 44.6 y 9.17% respectivamente. Los requerimientos de proteína cruda para un cerdo de 80kg son de un 13% del total de la ración (tablas de NRC 1978).

- Planteamiento del problema:

Se le designa "x" al sorgo con 9.17% de PB.

Se le designa "y" a la harina de soya con 44.6% de PB.

Por lo tanto: $9.17x + 44.6y = 13$ (ecuación 1) o $0.0917x + 0.446y = 0.13$

- Encontrar el valor de una de las variables:

1) $x + y = 13$

2) $13 = 100\%$ del nutriente

3) Entonces $x + y = 100$

4) Despejando "x" se tiene:

$x = 100 - y$ ó $(x = 1 - y)$..ecuación 2

-Se sustituye el valor de "x" en la ecuación 1. (Se convierten los valores de porcentaje a kilogramos.

$$0.0917(1 - y) + 0.446y = 0.13$$

$$0.0917 - 0.0917y + 0.446y = 0.13$$

$$-0.0917y + 0.446y = 0.13 - 0.0917$$

$$0.3543y = 0.0383$$

$$y = 0.0383 / 0.3543 = 0.1081$$

$$y = 0.1081$$

- El valor de "y" se sustituye en la ecuación 2

$$x = 1 - 0.1081$$

$$x = 0.8919$$

- Se sustituyen los valores de "x" y de "y" en la siguiente ecuación multiplicandola por 100 para obtener el porcentaje total:

$$X + Y = 1$$

$$89.19\% + 10.81\% = 100\%$$

- También se puede sustituir en la ecuación 1 para obtener la cantidad de proteína (convertido los valores de porcentaje a kilogramo). Entonces tendríamos:

$$0.0917x + 0.446y = 0.13$$

$$0.0917(0.8919) + 0.446(0.1081) = 0.13$$

$$0.08179 + 0.0482 = 0.13$$

- Recordando que "x" es sorgo y "y" es harina de soya el reporte final del alimento es:

INGREDIENTES		PB%
Sorgo	89.1900	
Harina de Soya	10.8100	
Total	100.0000	

2.3. Método De Eliminación

A continuación se menciona otra forma de resolver estos problemas , ahora por el metodo de eliminación.

Balancear un alimento para cerdos en finalización cuyo peso vivo promedio es de 80Kg, se cuenta para la alimentación con harina de soya y sorgo cuyos valores de proteína bruta son de 45 y 8% respectivamente. Los requerimientos de proteína bruta para un cerdo de 80kg. son de 14% del total de la ración.

Planteamiento del problema:

Se le designa "x" a la harina de soya con 45% de PB.

Se le designa "y" al sorgo con 8% de PB

Por lo tanto $0.45x + 0.08y = 0.14$ ecuación 1

(Se transforman los valores de PB de porcentaje a kilogramos dividiendo entre 100)

Se procede a eliminar la primera incógnita; se toma el valor del coeficiente de la primera variable, que en este caso es de 0.45 y se multiplica por 1 y este valor va a multiplicar a la siguiente ecuación:

$$x + y = 1$$

$$\text{entonces } -0.45x - 0.45y = -0.45 \dots \text{ecuación 2}$$

A la ecuación 1 se le suma la ecuación 2 y se elimina la primera variable:

$$\begin{array}{r} 0.45x + 0.08y = 0.14 \\ -0.45x - 0.45y = -0.45 \\ \hline -0.37y = -0.31 \end{array}$$

Se despeja "y" y nos queda:

$$\begin{aligned} y &= -0.31 / -0.37 \\ y &= 0.837837 \end{aligned}$$

Se sustituye el valor de "y" en la ecuación 1

$$\begin{aligned} 0.45x + 0.08(0.837837) &= 0.14 \\ 0.45x + 0.067026 &= 0.14 \\ 0.45x &= 0.14 - 0.067026 \\ 0.45x &= 0.072974 \\ x &= 0.072974 / 0.45 \\ x &= 0.162163 \end{aligned}$$

Sustituyendo "x" y "y" en la ecuación 1 tenemos:

$$\begin{aligned} 0.45(0.162163) + 0.08(0.837837) &= 0.14 \\ 0.07297 &+ 0.06703 &= 0.14 \end{aligned}$$

Reporte del alimento a elaborar

INGREDIENTES	%	PB%
Harina de Soya	16.2163	7.297
Sorgo	83.7837	6.703
Total	100.00	14.00

2.4. Método Del Cuadrado De Pearson Con Ingredientes Fijos

Frecuentemente existen situaciones donde se desea tener una cantidad de un ingrediente en la ración, por ejemplo, en algunas raciones para cerdos la harina de Gandul es incluida a niveles relativamente altos para poder restringir el consumo de nutrientes y alimento.

Supongamos que deseamos Formular una ración con un 15% de PB en la cual se tenga que incluir un 20 % de harina de Gandul (aporta 10% de PB) y tenemos para poder formular esta ración , maíz amarillo y un suplemento proteico comercial.

INGREDIENTES	PB%
Harina de Gandul	10
Maíz Amarillo	8.48
Suplemento	40

Ahora si se va a incluir el 20% de harina de Gandul esto representará el 20% de la ración total y aportará un total de 2% de PB.

INGREDIENTES	PB	INCLUSION	APORTE
Harina de Gandul	10%	20%	2 %
Total		100%	15 %
Diferencia		80%	13 %

Por lo cual la fórmula a plantear será (15% PB. - 2% de PB. de H. de Gandul = 13% PB) en un total de (100% de la ración - 20% de Harina de Gandul = 80% del total de la ración), bajo este planteamiento se requiere dividir el total de proteína restante entre la cantidad de alimento por incluir, quedando esta expresión de la siguiente manera:

$$13/0.80 = 16.25\%PB.$$

Una vez obtenido este valor se procede a plantear la solución a proteína, con el empleo de los ingredientes disponibles:

Suplemento proteico 40%	7.77 =24.65%		
	(-) 16.25	(+)	
Maíz	8.48%	23.75 =75.35%	
	31.52	31.52	100

Estos valores corresponden:
 Suplemento proteico.....24.65%
 Maíz.....75.35%

Estos valores deben ser ajustados al valor real, esto es multiplicando el valor del maíz por 0.8 (cantidad no fijada):

Maíz = 75.35 * 0.80=60.28 valor real en % del ingrediente

Se realiza el mismo procedimiento para encontrar el valor real del suplemento proteico:
 S. proteico= 24.65*0.80=19.72 valor real en % del ingrediente.

Los valores reales de los ingredientes de la mezcla suman:
 Maíz.....60.28%
 S. proteico.....19.72%
 80.00%

Reporte de la mezcla final:

INGREDIENTES	%	COMPROBACION	PB%
Harina de gandul	20.00	20.00* 10/100	2.000
Maíz	63.34	63.34*10/100	6.335
S. Proteico	16.66	16.66* 40/100	6.665

2.5. Uso del Cuadrado de Pearson en una Variedad de Situaciones

El cuadrado de pearson puede ser utilizado en otra variedad de situaciones. Supongamos que se desea tener una mezcla y una cantidad grande de alimento que nos aporte una cantidad específica de proteína bruta. Podremos utilizar cantidades iguales o variables de ingredientes para llenar estas necesidades; podríamos, por ejemplo, utilizar una mezcla entre heno de leucaena, maíz, sorgo, trigo y calcular la cantidad aportada de P.B. en esta mezcla y suplementar en el caso debido con una mezcla de ingredientes proteicos para cubrir la cantidad específica de PB.

Veamos un ejemplo: Con los ingredientes de la mezcla mencionado anteriormente formular una dieta con el 18% de PB.

INGREDIENTES	PB%
Heno de Leucaena	16
Maiz	8.48
Sorgo	9.17
Trigo	9

Ahora bien, si tenemos el porcentaje de proteína bruta de cada uno de nuestro ingredientes, para determinar la cantidad en volumen se designa el 25% de cada uno (de esta manera se obtiene el 100% de la dieta más no el requerimiento de proteína), posteriormente se multiplica el porcentaje designado a cada ingrediente (25%) por el porcentaje de PB. que contenga dicho ingrediente y se divide entre 100. Esto nos da la cantidad de PB. aportada por cada uno de los ingredientes de la mezcla:

INGREDIENTES	%	PB. APORTADA
Heno de Leucaena	$25 \cdot 16 / 100$	4.0
Maiz	$25 \cdot 8.48 / 100$	2.12
Sorgo	$25 \cdot 9.17 / 100$	2.29
Trigo	$25 \cdot 9 / 100$	2.25
	100	10.66

(la denominaremos "A")

Con esto determinamos que existe un déficit por lo que será necesario adicionar un suplemento proteico en la dieta, en este caso Harina de soya (44.6% PB.) al que denominaremos "B", entonces tenemos que:

$$\begin{array}{r}
 A + B = 18 \\
 (B) \ 44.60\% \qquad 7.34 \cdot 100 / 33.94 = 21.62\% \\
 (-) \qquad \qquad \qquad 18 \qquad \qquad (+) \\
 \\
 (A) \ 10.66 \qquad \qquad 26.60 \cdot 100 / 33.94 = 78.38 \\
 ----- \qquad \qquad \qquad ----- \\
 33.94 \qquad \qquad \qquad 33.94 \qquad \qquad \qquad 100.00
 \end{array}$$

Estos valores deben ser comprobados por lo que se multiplica el valor de "A" por la cantidad de PB. aportada y se realiza el mismo procedimiento para "B":

$$\begin{array}{l}
 (A) \ 78.38 \cdot 10.66 / 100 = 8.355\% \\
 (B) \ 21.62 \cdot 44.60 / 100 = 9.643\% \\
 \qquad \qquad \qquad 17.998\%
 \end{array}$$

antes de hacerse el reporte de la mezcla final debe distribuirse equitativamente la mezcla "A" la que recordemos tiene 4 ingredientes cada uno representa el 25% del total, por consiguiente, si el total de inclusión de dicha mezcla es 78.38 se multiplica este valor por 0.25 y no de 19.60 que es el porcentaje de inclusión de cada ingrediente en la mezcla final.

Reporte de la mezcla final:

INGREDIENTES	%	PB%
Soya	21.62	9.643
H. de Leucaena	19.60	3.136
Maiz	19.60	1.662
Trigo	19.60	1.692
Sorgo	19.60	1.764
Total	100.00	17.897

3. METODOS PARA RESOLVER DOS INCOGNITAS

3.1. Método del Doble Cuadrado de Pearson

Generalmente la formulación de dietas para ganado no solo contempla la solución a un nutriente, sino que se utiliza con gran frecuencia la formulación para dos nutrientes; en este caso se aplica el método del Doble Cuadrado de Pearson. (Básicamente los nutrientes balanceados son energía y proteína)

Veamos algún ejemplo: Supongamos que deseamos formular un alimento al 12% de PB y 3.2 Mcal de ED; en estas circunstancias, se necesitará utilizar dos mezclas, una mezcla que posea un valor igual al 12% de PB y mayor a 3.2 Mcal de ED, y para la otra mezcla deberá ser igual a 12% de PB y menor a 3.2 Mcal de ED; una vez realizado estas mezclas los resultados de ambas son integrados a un tercer Cuadrado de Pearson para formular el alimento con los requerimientos establecidos.

Contamos con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTES	MS%	PB%	ED Mcal
Harina de Leucaena	90	16	2.8
Ensilaje de Maiz	28	8	3.27
Sorgo	89	9.17	3.32
Avena	89	13	3.7
Harina de Soya	92	44.6	3.7
Urea	100	281	0.0

Para seleccionar los ingredientes que resuelvan un alimento al 12% de PB y menor a 3.2 Mcal de ED., podríamos utilizar una variedad de combinaciones, las que se escogen arbitrariamente. En este caso utilizaríamos la combinación entre H. de leucaena y ensilaje de Maíz, posteriormente utilizaremos la combinación de ingredientes que resuelvan 12% de PB y que nos den valor superior a 3.2 ED. (mezcla entre Sorgo y Urea) como posible combinación:

MEZCLA "1"

H. de leucaena	16%	4 =	50 % de H. de Leucaena
	(-)	12	(+)
E. de maíz	8%	4 =	50 % de E. de maíz
	<u>8</u>	<u>8</u>	<u>100</u>

Se calcula ED Mcal

H de leucaena 50% * 2.8 (ED)= 1.40 (50*2.8/100)
 E de maíz 50% * 3.270 = 1.635
 Mcal de ED = 3.035

MEZCLA "2"

Urea	281%	2.83 =	1.04% de Urea
	(-)	12	(+)
Sorgo	9.17	269 =	98.96% de sorgo
	<u>271.83</u>	<u>271.83</u>	<u>100.00</u>

Se calcula ED Mcal

Sorgo 98.96% * 3.32(ED)= 3.29
 Urea 0.74% * 0.0 = 0.00
 Mcal de ED = 3.29

Una vez establecidas las dos mezclas utilizaremos otro cuadrado de pearson para resolver la tercera mezcla que nos dará la fórmula buscada (12% PB y 3.2 Mcal de ED).

MEZCLA "3"

Mezcla "2"	3.29	0.165	= 64.70
	(-)	3.2	(+)
Mezcla "1"	3.035	0.09	= 35.3
	<u>0.255</u>	<u>0.255</u>	<u>100.000</u>

Debemos recordar antes de hacer el reporte final que la mezcla 1 está compuesta mitad y mitad por H de leucaena y E de maíz, o sea, que 64.7 se multiplica por 0.5 y eso nos da 32.35 y de la mezcla 2 está compuesta en 1.04% por urea y 98.96 por sorgo, es decir, que 35.3 se multiplica por 0.0104 y nos da 0.36712% de urea, luego se multiplica 35.3 por 0.9896 y obtenemos 34.93 % de sorgo.

Reporte de mezcla final

INGREDIENTES	% INCLUSIÓN	PB %	DE
H. de Leucaena	32.5	5.2	0.91
E. de Maiz	32.5	2.6	1.06
Sorgo	34.93	3.2	1.16
Urea	0.37	1.04	0

3.2. Ecuaciones Simultáneas para Dos Necesidades

Como ya se ha mencionado, las necesidades de los animales no están limitadas a un sólo nutriente, por lo general las raciones se calculan para los nutrientes energía y proteína por lo que veremos ahora como hacerlo a través de ecuaciones simultáneas.

Se desea formular un alimento al 12% de PB y 3.2 Mcal ED, para lo cual se cuenta con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTES	MS%	PB%	ED MCAL
Harina de Leucaena	90	16	2.5
Silo Maiz	28	8	3.08
Sorgo	89	10	3.9
Avena	89	13	3.7
Harina de Soya	92	42	3.3
Urea	100	281	0.0

Seleccionados los ingredientes se procede a dar las cantidades de cada uno en porcentaje y en base a éstos se determinará la cantidad aportada de PB y ED de cada uno y posteriormente se plantea la ecuación

INGREDIENTES	PB	ED Mcal	%	PB	ED Mcal
Mezcla A					
H de leucaena	16	2.5	* 50	8	1.25
Silo maíz	8	3.08	* 50	4	1.54
				-----	-----
				12	2.79
Mezcla B					
Sorgo	10	3.9	* 99	9.9	3.861
Urea	281	0.0	* 1	2.81	0.000
				-----	-----
				12.71	3.861

Se plantean las ecuaciones

$$a + b = 12 \quad 12a + 12.71b = 12 \dots(1)$$

$$a + b = 3.2 \quad 2.79a + 3.861b = 3.2\dots(2)$$

Se determina el factor que multiplicado por toda la ecuación 1 y sumado a la ecuación 2, elimine una de las incógnitas, en este caso "a".

$$12x + 2.79 = 0$$

$$12x = -2.79 \quad (x=\text{factor buscado})$$

$$x = -2.79 / 12 = -0.2325$$

Se multiplica el factor x por la ecuación 1

$$-0.2325(12a + 12.71b = 12) = -2.79a - 2.955b = -2.79\dots(3)$$

Se suma la ecuación 3 con la 2 y se elimina la primera incógnita :

$$-2.79a - 2.955b = -2.79$$

$$2.79a + 3.861b = 3.2$$

$$0.00 \quad 0.906b = 0.41$$

Se despeja "b"

$$b = 0.41 / 0.906 = 0.45253$$

Se sustituye el valor de "b" en la ecuación 1 para encontrar "a".

$$\begin{aligned}
 12 a + 12.71 b &= 12 \\
 12 a + 12.71 (0.45253) &= 12 \\
 12 a + 5.7516 &= 12 \\
 12 a &= 12 - 5.7516 \\
 12 a &= 6.2484 \\
 a &= 6.2484 / 12 = 0.5201
 \end{aligned}$$

Comprobación: Se sustituye el valor de "a" y "b" en la ecuación 1 y 2.

$$\begin{aligned}
 12 a + 12.71 b &= 12 \dots\dots\dots(1) \\
 12 (0.5207) + 12.71 (0.4525) &= 12 \\
 6.2486 + 5.7514 &= 12 \\
 2.79 a + 3.81 b &= 3.2 \dots\dots\dots(2) \\
 2.79(0.5207) + 3.861 (0.4525) + 3.2 & \\
 1.4528 + 1.7472 &= 3.2
 \end{aligned}$$

INGREDIENTES	%	PB	ED MCAL
Harina de Leucaena	26.035	4.165	0.650
S. de Maíz	26.035	2.082	0.802
Sorgo	44.800	4.481	1.748
Urea	0.452	1.272	0.000
Total	97.322	12	3.2

4. FORMULACION DE RACIONES, PROCEDIMIENTOS SENCILLOS

Vacas lecheras.

El alimento más barato para vacas lecheras lo constituye generalmente el forraje, y debe ser suplementado con otras materias primas cuando el mismo no cubren sus requerimientos. Ahora procederemos a realizar un ejemplo.

Se desea formular una ración con pasto taiwán, semolina y cascarilla de algodón, para alimentar una vaca adulta estabulada en verano que pesa 400 Kg y produce 12 kg/día de leche al 4% de grasa.

1er. PASO. Determinación de los requerimientos una vaca de 400 Kg. y 12 litros de leche.

CONSUMO Kg MS	EM Mcal/Kg	PB (g)	Ca (g)	P (g)
11.2	31.2	1586	55	42

2do. PASO. Determinación de la composición nutritiva de los alimentos.

BASE SECA					
	MS (%)	EM Mcal/Kg	PB (%)	Ca (%)	P (%)
Forraje Elefante	21.91	2.19	8.2	0.25	0.23
Sorgo	90.83	3.10	11.1	0.04	0.25
Algodón, H	92.17	2.77	38.4	0.27	1.06

3er PASO. Determinación de los costos de los ingredientes.

- Elefante: Según manejo en finca. ± C\$ 1.5 la ton.
- Sorgo. C\$ 60.00 el quintal.
- Harina de algodón. C\$ 55.00 el quintal.

4to. PASO. Limitaciones de inclusión.

- Elefante 100%
Sorgo 70%
Algodón 70%

1. Para determinar el consumo de forraje se debe tener un estimado de la concentración energética del concentrado. Para ello, asumimos en una primera aproximación que el concentrado tendrá 70% de sorgo y un 30% de harina de algodón.

$$\begin{array}{l} \text{Sorgo} \quad 3.10 \times 0.70 = 2.17 \\ \text{Algodón, H} \quad 2.77 \times 0.30 = 0.83 \\ \text{Mezcla (C)} \quad \quad \quad 3.00 \text{ Mcal/kg. EM} \end{array}$$

Si se dispone de más materias primas, se procede de igual manera con la condición de que los porcentajes sumen 100.

2. Se calcula la cantidad de forraje y concentrado que debe comer el animal, resolviendo las siguientes ecuaciones:

$$\begin{array}{l} 1. \quad 2.19 F + 3.00 C = 28.33 \quad C = 4.69 \\ 2. \quad F + C = 11.2 \quad F = 6.51 \end{array}$$

Una forma de resolver una ecuación con dos incógnitas consiste en multiplicar la ecuación 2, por el coeficiente de F de la ecuación 1 y luego restar la ecuación 2 de la 1. Es así que nos da el valor de C= 4.69 y F= 6.51.

$$1) 2.19 F + 3.00 C = 28.33$$

$$2) - 2.19 F - 2.19 C = - 24.53$$

$$0.81 C = 3.8$$

$$C = \frac{3.8}{0.81} = 4.69$$

Si se sustituye C en la ecuación 1 obtenemos el valor de F.
 $2.19 F + 3.00 (4.69) = 28.33 \quad F = 6.51$

3. Luego se determina el aporte de nutrientes por el forraje y el déficit que debe cubrir el concentrado. Los aportes se calculan multiplicando el consumo de forraje por las concentraciones de cada nutriente. Para la EM es de 6.51 Kg x 2.19 Mcal/kg = 14.25 Mcal, para la PB de 6.51 Kg x 8.2/100 = 0.533 Kg = 533gr., y para Ca y P igual. Los déficit se obtiene por diferencia entre los requerimientos y los aportes del forraje.

	EM MCAL	PB gr	Ca gr	P gr
A. Requerimiento	31.2	1536	55	42
B. Aporte de 6.51 Kg de forraje	14.25	533	16.3	15
Déficit	16.95	1003	38.7	27

4. Por último, se determina el porcentaje de cada nutriente que debe tener el concentrado, considerando que los 4.69 kg. deben contener los déficit del punto 3. Para la PB será:

kg. de concentrado	kg. de PB	
4.69	1.003	
100%	x	X = 21.4% PB

De igual manera se obtienen los porcentajes de calcio (0.83) y de fósforo (0.58). Con estos valores se pasa a la segunda parte que es el balanceo propiamente dicho.

Ejemplo. Una alternativa para resolver el ejemplo anterior, es partir del último paso, es decir, balanceando directamente un suplemento que contenga 21.4% de PB, 0.83% Ca y 0.58% P. Un procedimiento muy usado con este propósito es el denominado Cuadrado de Pearson. En el mismo se trabaja en base a 100 Kg de mezcla y luego se extrapolan los resultados a la cantidad que se desea preparar.

Sorgo	11.1	\	21.4	/	17.0	+ 0.273	= 62.3 kg.
Algodón, H	38.4	/		\	10.3	+ 0.273	= 37.7 Kg.
					-----	-----	
					27.3	100.0 Kg.	

El aporte de proteína, calcio y fósforo se observa en la tabla siguiente:

Aporte de los ingredientes y déficit de nutrientes

	Kg	PB		Ca		P	
		%	Kg	%	Kg	%	Kg
Sorgo	62.3	11.1	6.9	0.04	0.02	0.25	0.16
Algodón H.	37.7	38.4	14.5	0.27	0.10	1.06	0.39
Total	100.0		21.4		0.12		0.55
Requerido en mezcla	21.4		0.83		0.58		
Déficit en la mezcla					0.71		0.03

La mezcla cubre solo los porcentajes requeridos de proteína y fósforo, pero no el de calcio. Utilizando como fuente mineral el Carbonato de calcio (Ca:38) para cubrir el déficit:

$$\frac{\text{Déficit de calcio}}{0.38} = \frac{0.71}{0.38} = 1.9 \text{ kg. de Carbonato de Ca}$$

Luego se considera a carbonato de calcio como un ingrediente fijo en la mezcla y se sigue un procedimiento similar al anterior, pero considerando que el 21.4% de proteína debe estar en los 98.1 kg. de mezcla restantes (100-1.9), pues el carbonato de calcio no contiene proteína.

$$21.4 \div 0.981 = 21.8$$

Aplicando el Cuadrado de Pearson

Sorgo	11.1 \	/	16.6 + 0.273 = 60.8 x 0.981 = 59.6
	21.8		
Algodón, H	38.4 /	\	10.7 + 0.273 = 39.2 x 0.981 = 38.5
	-----		-----
	27.3		98.1

Los resultados se ven a continuación

	PB Kg	Ca		P		%	Kg
		%	Kg	%	Kg		
Sorgo	59.6	11.1	6.6	0.04	0.02	0.25	0.15
Algodón H.	38.5	38.4	14.8	0.27	0.10	1.06	0.41
Carbonato de Calcio	1.9	0	0	38.00	0.72	0	0
Total	110.0		21.4		0.84		0.56

2do. PASO. Determinación del valor nutritivo de los ingredientes disponibles.
Base Seca

BASE SECA						
	MS (%)	ED Mcal/kg	PB (%)	Ca (%)	P (%)	Lis (%)
Sorgo	90.4	3.72	11.1	04	25	25
Maiz	89.0	3.83	8.5	04	53	2
H. Pescado	92.1	3.21	53.3	7.5	2.6	5.8
H. Soya	89.8	3.7	42.3	36	01	3.3
H. Carne y hueso	93.8	3.04	39.7	15.7	5.8	3.7
H. Hueso	97.0	0	35.0	29.8	12.5	0
Semolina	90.9	3.79	12.1	32	1.7	55
Melaza (al 50%)	81.5	3.93	4.9	1.12	11	0
Sal	100.0	0	0	0	0	0
Premix cerdo	100.0	2.8	4.3	02	5	1

3er. PASO. Determinación del costo de los ingredientes.

	Costo	Unidad de medida
Sorgo	70.00	qq
Maiz	60.00	qq
H. Pescado	190.00	qq
H. Soya	120.00	qq
H. Carne y Hueso	120.00	qq
H. Hueso	50.00	qq
Semolina	40.00	qq
Melaza	168.00	Barril
Sal	20.00	qq
Premix Cerdo	30.80	kg

4to. PASO. Determinación de los límites de inclusión de los ingredientes disponibles.

	PORCENTAJE (%)
Sorgo	100
Maiz	100
H. Pescado	100
H. Soya	100
H. Carne y Hueso	100
H. Hueso	100
Semolina	30
Melaza	15
Sal	100
Premix Cerdo	0.3

La ración debe incluir 0.5% de sal común, 0.7% de H. de Hueso, 10% de melaza, 10% de semolina, 3.5% de Harina carne y hueso y 0.3% de premix cerdo/engorda. Además, se dispone de sorgo, maíz amarillo, Harina de Pescado y de Harina de soya.

1. En toda ración balanceada siempre hay unos ingredientes que son fijos y en esta ración se determinaron seis ingredientes fijos, algunos de los cuales aportan proteína. El primer paso es cuantificar ese aporte.

	A kg	B PB (%)	(AxB ÷ 100)
H. de Hueso	0.7	35.0	0.25
H. Carne y Hueso	3.5	39.7	1.39
Semolina	10.0	12.1	1.21
Sal Común	0.5	0	0
Melaza	10.0	4.9	0.49
Premix	0.3	4.3	0.01

Las materias primas restantes deben aportar la diferencia: $13 - 3.35 = 9.65\text{kg}$, y esta cantidad de proteína debe estar en 75kg ($100 - 25$). Expresado en porcentaje para poder aplicar el Cuadrado de Pearson es: $9.65 \div 0.75 = 12.9$

2. Otra diferencia es que disponemos de dos ingredientes más para balancear la ración y el Cuadrado de Pearson sólo permite trabajar con dos. Debemos, en consecuencia, elaborar premezclas, variando la constitución de las mismas en función de la disponibilidad de los alimentos y de su precio.

En este ejemplo se elaborarán dos premezclas, una energética y otra proteica. La primera se decide que tendrá 75 partes de sorgo y 25 de maíz, y la segunda tendrá 20 de pescado y 80 de soya.

Premezcla 1

Sorgo $0.75 \times 11.1 = 8.3$
 Maíz amarillo $0.25 \times 8.5 = 2.1$

PB % 10.4

Premezcla 2

H. Pescado $0.2 \times 53.3 = 10.66$
 H. Soya $0.8 \times 42.3 = 33.84$
 PB % 44.50

Aplicando el Cuadrado de Pearson

		<u>x 0.75</u>	
Premez 1	10.4		x 0.75 = 69.5 = 52.1
	\ /		31.6 ÷ 0.341 = 92.7
	12.9		x 0.25 = 23.2
			x = 17.4
Premez 2	/ \		x 0.2 = 1.46
	44.5		x = 1.1
			2.5 + 0.341 = 7.3
			x 0.8 = 5.84
			x = 4.4
	<hr style="width: 50px; margin: 0 auto;"/>		
	34.1	<hr style="width: 50px; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 50px; margin: 0 auto;"/>
		100	75.0

Evaluación de los resultados

BASE SECA						
	MS (%)	ED Mcal/Kg	PB (%)	Ca (%)	P (%)	Lis (%)
Sorgo	52.1	1.93	5.8	02	13	13
Maíz	17.4	0.67	1.5	007	09	03
H. Pescado	1.1	0.04	0.6	08	03	06
H. Soya	4.4	0.16	1.9	02	00	15
H. Carne y hueso	3.5	0.11	1.4	055	2	13
H. Hueso	0.7	0	0.2	209	09	0
Semolina	10.0	0.38	1.2	032	17	05
Melaza (al 50%)	10.0	0.39	0.5	112	011	0
Sal	0.5	0	0	0	0	0
Premix cerdo	0.3	0	0	0	001	0
Total	100.0	3.68	13.1	53	72	55

Para el cálculo de la energía se considera su concentración y el aporte del ingrediente en la ración en base seca:

$$\text{Sorgo } 0.521 \times 3.72 = 1.938$$

$$\text{H. Soya } 0.044 \times 3.70 = 0.162$$

Ahora sólo resta calcular el costo de la ración. Para eso tenemos que calcular la proporción de cada uno de los ingredientes en base humedad, tal cual lo vamos a incluir en la dieta. En la siguiente tabla se pueden ver los cálculos de la misma forma que el ejercicio anterior.

A	B	C (Kg)	%	Costo C\$	(Cx100+111.78)
Base Seca	MS	Base	Base humedad	(Ax100+B)	/ kg
%		húmedad			
		%			
Sorgo	52.1	90.4	57.63	51.56	79.41
Maíz	17.4	89.0	19.55	17.49	23.09
H. Pescado	1.1	92.1	1.19	1.06	4.43
H. Soya	4.4	89.8	4.89	4.37	11.54
H.C.H.	3.5	93.8	3.73	3.34	8.82
H. Hueso	0.7	97.0	0.72	0.64	0.70
Semolina	10.0	90.9	11.0	9.84	8.86
Melaza	10.0	81.5	12.27	10.98	5.45
Sal	0.5	100.0	0.5	0.45	0.19
Premix	0.3	100.0	0.3	0.27	8.32
Total	100.	111.78	100.00	100.00	150.81/68.55

Aves

Siguiendo con la metodología anterior, para el balance de raciones, haremos un ejemplo de una ración para aves en postura. De igual manera usaremos mismas tablas de valoración de alimentos, las de límites de inclusión de ingredientes y las de requerimientos para aves.

Se desea formular una ración para unas gallinas ponedoras que están en postura y se dispone de las materias primas que se enumerarán a continuación.

1er. PASO. Determinación de los requerimientos para la categoría de aves ponedoras.

EM Mcal	PB %	Met %	Lis %	Ca %	P %
2.90	15	28	5	2.75	6

2do. PASO. Determinación del valor nutritivo de los ingredientes disponibles

	MS (%)	EM Mcal/kg	PB (%)	Ca (%)	P (%)
Melaza (al 50%)	81.5	3.0	4.9	1.12	0.11
Salvadillo	12.2	3.01	17.4	0.7	0.23
Sorgo	90.4	3.25	11.1	0.04	0.25
H. Algodón	92.17	2.10	41.3	0.15	0.87
H. Soya	89.8	2.24	42.3	0.36	0.01
H. Carne y Hueso	93.8	1.27	39.7	15.7	5.8
Caliza	99.0	0	0	33.66	0.2
dl-Metionina	99.0	0	0	0	0
Sal	100.0	0	0	0	0
Premix ponedora	98.0	2.8	4.3	0.02	0.5
Fosfato dicálcico	96.0	0	0	26.0	18.5

* Los valores de EM son de acuerdo a los que se usan en el país.

3er. PASO. Determinación del costo de los ingredientes.

	Costo	unidad de medida
Melaza	168.00	Barril
Salvadillo	50.00	qq
Sorgo	70.00	qq
H. Algodón	55.00	qq
H. Soya	120.00	qq
H. Carne y Hueso	120.00	qq
Caliza	13.00	qq
Metionina	65.00	Kg
Sal	20.00	qq
Premix ponedora	31.20	Kg
Fosfato dicálcico	17.00	Kg

4to. PASO. Determinación de los Límites de Inclusión de los Ingredientes Disponibles.

	% MAXIMO
Melaza	5
Salvadillo	15
Sorgo	80
H. Algodón	5
H. Sova	100
H Carne y Hueso	100
Caliza	100
Metionina	100
Sal	0.5
Premix	0.25 (Min.)
Fosfato Dicálcico	0.15

La ración debe incluir los ingredientes fijos que van en las raciones como piedra caliza (8%), sal (.25%), premix (.25%), salvadillo (7%), fosfato dicálcico (.15%) y H de algodón (5%). Estos se seleccionan con el criterio de su baja participación en la ración y seleccionamos para algunos la mitad de su nivel máximo de inclusión, ó como en el caso del premix 0.25%, que es el nivel que se usa en casi todas las raciones. La metionina no se incluye por que las deficiencias de la misma son siempre por debajo de 0.1 % en la ración, esta se balancea luego de balancear la proteína y la energía.

1. En toda ración balanceada siempre hay unos ingredientes que son fijos y en esta ración se determinaron siete ingredientes fijos, algunos de los cuales aportan proteína.

El Primer Paso es Cuantificar ese Aporte

	A Kg	B PB (%)	(AxB+100)
Piedra caliza	5.0	0.0	0.0
Salvadillo	7.0	17.4	1.22
H. Algodón	5.0	41.3	2.07
Sal común	0.25	0	0
Fosfato Dicálcico	0.15	0	0
Premix	0.25	4.3	0.01
Total	17.65	3.3	

Las materias primas restantes deben aportar la diferencia: $15 - 3.3 = 11.7$ kg, y esta cantidad de proteína debe estar en 82.35 kg ($100 - 17.65$). Expresado en porcentaje para poder aplicar el Cuadrado de Pearson es:

$$11.7 \div 0.8235 = 14.2$$

2. Otra diferencia es que disponemos de cuatro ingredientes más para balancear la ración y el Cuadrado de Pearson solo permite trabajar con dos. Igual que en el ejemplo anterior debemos, elaborar premezclas.

En este ejemplo se elaborarán dos premezclas, una energética y otra proteica. La primera se decide que tendrá 97 partes de sorgo y 3 de melaza, y la segunda tendrá 10 de H.C.H y 90 de soya.

Premezcla 1:

Sorgo	$0.95 \times 11.1 = 10.55$
Melaza	$0.05 \times 4.9 = 0.25$
PB %	10.8

Premezcla 2:

H.C. H.	$0.1 \times 39.7 = 3.97$
H. Soya	$0.9 \times 42.3 = 38.07$
PB %	42.04

Ahora si podemos realizar el cuadrado de Pearson con las dos premezclas.

Aplicando el Cuadrado de Pearson

			<u>$\times 0.824$</u>
		$\times 0.95 = 84.6 = 69.7$	
Fremez 1	10.8	$27.8 + 0.312 = 89.1$	
	\ /	$\times 0.05 = 4.5 = 3.7$	
	14.2		
	/ \	$\times 0.1 = 1.1 = 0.9$	
Premez 2	42.0	$3.4 + 0.312 = 10.9$	
		$\times 0.9 = 9.8 = 8.1$	
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	31.2	100	82.4

Evaluación de los Resultados

	Kg Mcal	EM (Kg)	PB (Kg)	Ca	P (%)	Lis (%)	Met (%)
Sorgo	69.7	2.3	7.76	0.03	0.17	0.17	0.09
H. Algodon	5.0	0.1	2.07	0	0.04	0.08	0.03
H. Soya	8.1	0.2	0.63	0	0	0.05	0.0
H.C.H.	0.9	0.0	3.09	1.22	0.45	0.29	0.05
Melaza	3.7	0.1	0.15	0.03	0.00	0	0
P. Caliza	5.0	0.0	0.0	1.68	0.01	0	0
Salvadillo	7.0	0.2	1.22	0.05	0.02	0.02	0.01
Sal comun	0.25	0	0	0	0	0	0
Fosf.Dic.	0.10	0	0	0.04	0.03	0	0
Premix	0.25	0.0	0.01	0	0	0	0
Total	100.0	2.9	15.0	3.0	0.72	0.55	0.18

Para el cálculo de la energía se consideró su concentración y el aporte del ingrediente en la ración en base seca, de la siguiente manera:

$$\text{Sorgo } 0.521 \times 3.72 = 1.938$$

$$\text{H. Soya } 0.044 \times 3.70 = 0.162$$

El siguiente paso es balancear la metionina, siendo su déficit de la resta del requerimiento menos el aporte:

$$0.28 - 0.18 = 0.1$$

Esto se satisface con DL-metionina y calculamos el nivel que debe llevar la ración:

$$\frac{\text{Requerimiento de Met}}{98} = \frac{0.1}{98} = 0.001 \%$$

Ahora solo resta calcular el costo de la ración. Para eso tenemos que calcular la proporción de cada uno de los ingredientes en base humedad, o sea, tal cual lo vamos a incluir en la dieta. En la siguiente tabla se pueden ver los cálculos de la misma forma que el ejercicio anterior.

	A Base Seca %	B MS	C (Kg) Base Húmedad %	%	Costo Base Húmedad C\$ (Ax100+B)	Cx100/161.07 /kg
Sorgo	69.7	90.4	77.10	47.9	73.77	
H. Algodón	5.0	92.2	5.42	3.4	4.11	
H. Soya	8.1	89.8	9.02	5.6	14.78	
H.C.H.	0.9	93.8	0.96	0.6	1.58	
Melaza	3.7	81.5	5.54	3.4	1.86	
P. Caliza	5.0	99.0	5.05	3.1	0.89	
Salvadillo	7.0	12.2	57.38	35.62	39.19	
Sal común	0.25	100	0.25	0.16	0.07	
Fosf. Dic.	0.10	96.0	0.10	0.06	1.02	
Premix	0.25	98.0	0.25	0.16	4.99	
dl-met	0.001	100	0.0	0	0.065	
Total	100.0	161.07	100.00		142.33/64.695	

5. FORMULACION DE PREMEZCLAS

El término de premezcla se refiere a la combinación de pequeñas cantidades de ingredientes de la mezcla total.

Las dietas comerciales de premezclas se elaboran utilizando vitaminas, antibióticos, minerales traza y otros medicamentos de uso en la alimentación de los animales domésticos.

Estas premezclas ocupan una parte pequeñísima de la mezcla total y dentro de esta premezcla muchos ingredientes son adicionados en pocos gramos o miligramos.

Como podrá notarse, estos ingredientes se aplican en pequeñas cantidades lo cual dificulta la mezcla uniforme cuando se quieren aplicar directamente a la mezcla total.

La adición de premezclas vitamínicas y minerales de tipo comercial no siempre satisfacen los requerimientos de una ración particular; en rumiantes la situación forrajera es tan particular que en contados casos se adaptan estas formulas comerciales, otras veces los productos comerciales incrementan la ingestión de tal o cual ingrediente por parte del animal y provocan un desbalance y una carencia.

Existen también casos en los que hay deficiencias en un forraje que no alcanzan a ser satisfechas por las premezclas de tipo comercial.

Las fórmulas comerciales para monogástricos necesitan también ser evaluadas antes de recomendarlas ya que no todas podrán satisfacer los requerimientos particulares de una explotación determinada.

Las vitaminas, minerales traza y aditivos alimenticios son cada día más accesibles y su precio se ha reducido en forma considerable; este ha encaminado y mejorado la eficiencia de las fórmulas caseras.

La evaluación y dosificación de estos compuestos es de extrema importancia ya que son requeridos en cantidades pequeñísimas; algunos de ellos pueden ser tóxicos si son sobredosificados; otros condicionan su absorción a la presencia y cantidad de un tercero; pero todos deben encontrar perfectamente mezclados en la ración si se quiere realmente satisfacer al fin para el cual fueron preparados.

La investigación sobre microingredientes de alta calidad y la información proporcionada se encuentra en pesos y medidas del sistema métrico decimal o del sistema inglés, es importante por lo tanto, familiarizarse con ambos sistemas antes de hacer la evaluación requerida en la inclusión de nuevos avances de investigación en las formulas de microingredientes.

1. Preparación de la Premezcla Vitamínica

Premezcla vitamínica para cerdos.

Análisis de una premezcla comercial.

Indicaciones: Premezcla vitamínica para cerdos de iniciación.

Cantidad: Utilizar 5kg de esta premezcla por tonelada.

Contenido garantizado: Cada 5kg contienen:

Vitamina A.....	2200000 UI
Vitamina D.....	220000 UI
Vitamina E.....	11 gramos
Riboflavina.....	3 gramos
Niacina.....	22 gramos
Ac. Pantoténico.....	13 gramos
Colina.....	1.1 gramos
Cianocobalamina.....	22 miligramos

Para poder realizar una mezcla semejante a la aquí presentada debemos consultar los requerimientos por kilogramo, compararlos con los requerimientos por toneladas y verificar así la premezcla. Determinadas mezclas comerciales no contienen la cantidad sugerida en ciertas vitaminas, pero en estos casos las compañías comerciales asumen que las vitaminas faltantes son aportadas por los ingredientes utilizados en la mezcla.

Nutriente	Requerimiento por kg/NRC	Requerimiento por Tonelada	Cantidad en kg
Vitamina A	2200UI	2200000	2000000UI
Vitamina D	220UI	2200000	2200000UI
Vitamina E	11mg	11g	11g
Riboflavina	3mg	3g	3g
Niacina	22mg	22g	22g
Ac. Pantoténico	13mg	13g	13g
Colina	1100mg	1.1kg	1.1kg
Cianocobalamina	22mg	22mg	22mg

Si una vez revisada la fórmula comercial, se observa un faltante, revisaremos la fórmula de la ración (macromezcla) y en muchos casos, podremos comprobar que el déficit es satisfecho ampliamente por los ingredientes que integran la ración final.

Para poder preparar una premezcla semejante a la comercial se determinan los requerimientos nutricionales por tonelada de alimento para una situación determinada y se buscan fuentes de vitaminas de uso comercial, se establece su concentración y especificamos la cantidad de premezcla que deseamos utilizar.

Para ejemplificar esto formularemos una premezcla a utilizar en una proporción de 5 kilogramos por tonelada.

REQ/TON	Fuente y Concentración	Cantidad de la Fuente
Vitamina A 2200000	Vitamina A 20 (20000UI/g)	0.110kg
Vitamina D 2200000	Vitamina D 50 (50000UI/g)	0.0044kg
Vitamina E 11 g	Vitamina E 50 (50g/kg)	0.220kg
Vitamina B 3 g	Ribe 100 (100 g/kg)	0.030kg
Niacina 22 g	PP 500 (500 g/kg)	0.044kg
Ac Pantoténico	13 G Pante 100 (100 g/kg)	0.130kg
Colina 1100 g	Colina 75 (750 g/kg)	1.467kg
Vitamina B ₁₂	Cobal 50 (50 mg/kg)	0.44kg
Vehículo	Aceite de trigo	2.555

Preparación de Premezclas de Microminerales con Sal

Para poder realizar estas premezclas se deben establecer los niveles requeridos por tonelada de alimento, fijar la cantidad deseada de premezcla por tonelada de alimento, evaluar las fuentes de microminerales y obtener la concentración en porcentaje de ingrediente deseado, comparado su peso atómico con el peso molecular del compuesto que lo contiene y finalmente, establecer las cantidades de cada fuente de ingrediente a utilizar; sumar los ingredientes, restarlos de la cantidad programada y adicionar de sal la cantidad restante.

Ejemplo: Formular una Premezcla de Sal con Minerales traza para Cerdos, usando 5 kg/ton de Alimento

NIVELES DESEADOS POR TON DE ALIMENTO	FUENTES DE MICROMINERALES Y CONCENTRACIÓN	CANTIDAD DE CADA FUENTE PARA AÑADIR 5 kg DE PREMIX
CU 6 g/ton	Sulfato de cobre marca a. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (25.24%)	0.02358kg
Fe 100g/ton	Sulfato ferroso B $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (20.09%)	0.49776kg
10.2 g/ton	Yoduro de potasio C KI95% (72.62%)	0.00027kg
Mn20 g/ton	Sulfato de manganeso D MnSO_4 80% (29.1%)	0.06837kg
Zn100g/ton	Oxido de Zinc E ZnO 95% (76.32%)	0.1311027
Sal Fina	c.b.p. 5Kg	4.278633
Total	5.0000	*Resultado mezcla final

A. PESO ATÓMICO			
Cu	63.54	1 Cu	63.54
S	32.064	1 S	32.064
O	15.9994	9 O	143.0046
H	1.00797	10H	10.0797
Peso Molecular			249.6783

$63.54 / 249.6783 * 100 = 25.45\%$ de Cu puro.

$6 / 0.2545 = 23.58$ g de A

B. PESO ATÓMICO			
Fe	55.85	1 Fe	55.85
S	32.064	1 S	32.064
O	15.9994	11 O	175.9934
H	1.00797	14 H	14.1116
Peso Molecular			278.0190

$55.85 / 278.019 * 100 = 20.09\%$

$100 / 0.2009 = 497.76$ g

C. PESO ATOMICO			
K	39.102	1 K	39.102
I	126.90	1 I	126.00
Peso Molecular			166.002

$$126.90 / 166.002 * 100 = 76.44\% * 0.95 = 72.62\%$$

$$0.2 / 0.7262 = 0.275 \text{ g}$$

D. PESO ATOMICO			
Mn	54.94	1 Mn	54.94
S	32.064	1 S	32.064
O	15.9994	4 O	63.9976
Poso Molecular			151.0016

$$54.94 / 151.0016 * 100 = 36.38\% * 0.8 = 29.1\%$$

$$20 / 0.291 = 68.73\text{g}$$

E. PESO ATOMICO			
Zn	65.37	1 Zn	65.37
O	15.9994	1 O	15.9994
Peso Molecular			81.3694

$$65.37 / 81.3694 * 100 = 80.34\% * 0.95 = 76.32\%$$

$$100 / 0.7632 = 131.127$$

6. FACTOR COSTO EN LA FORMULACION DE DIETAS

En la formulación de dietas es muy importante considerar el costo de los ingredientes utilizados en la mayoría de los casos; solo en el caso de animales de espectáculo, de compañía u ornato los costos de la alimentación no resultan ser un factor prioritario.

Existen diferentes métodos para formular raciones económicas y efectivas. En algunos casos podemos recurrir a una pequeña lista de alimentos para seleccionar los ingredientes más económicos por unidad de nutriente, sin ningún problema.

Ejemplo Se nos muestra una lista de diferentes alimentos a utilizar para formular una dieta para cabras. Si los alimentos son mostrados en base húmeda se deberá determinar el contenido de materia seca y a partir de éstos se calculará el costo por nutriente en base seca. Revisemos la lista presentada.

Alimento	C\$ S.H/Kg	%	M.S. C\$kg	P.B.	
				%MS	C\$kg
Melaza	0.82	75	1.093	03	36.00
Urea	1.80	99	1.82	281	0.648
H. Soya	2.46	90	2.74	46.5	5.89
Maíz	1.32	18	7.33	10	73.33
Sorgo	1.54	18	8.56	8	106.96
H. Carne	1.98	90	2.2	39.7	5.54

Una vez obtenidos estos resultados, se podrá asumir un concepto más claro del verdadero valor del alimento a utilizar. Sin embargo, debemos tomar en cuenta que algunos ingredientes resultan ser económicos por el costo de kg de PB pero en la práctica estos alimentos presentan algunos productos tóxicos, altas concentraciones de fibra cruda, son poco apetecibles por el ganado o presentan otras características que no permiten su utilización integral por lo cual el nutriólogo se verá en la necesidad de asumir en base a su experiencia el porcentaje adecuado de estos ingredientes a utilizar.

La importancia de conocer el costo de las categorías nutrimentales en base seca es debido a que esto nos da una más clara idea del verdadero valor de las mismas, como puede observarse en la tabla en caso del maíz, aparentemente el kilogramo cuesta 1.32 córdobas pero en base seca este cuesta 7.33 córdobas y es ahí donde el porcentaje de MS adquiere importancia, ya que al momento de decidir sobre si comprar un maíz a C\$ 1.32 y con 18% de MS y otro a C\$ 1.50 pero con 22% de MS, aparentemente el primero es más barato, pero al calcularlo en base seca nos da un valor de C\$ 6.82 por kilogramo.

Este ejemplo nos da una idea de cual es la importancia de conocer el costo de las categorías nutrimentales.

GUIA DE EJERCICIOS

1. Calcule una dieta para cerdos de engorde, con un requerimiento de 13%, de proteína, con sorgo y harina de soya usando el método de ecuaciones con una incógnita.
2. Calcule una dieta para reemplazos de 14 semanas con 2900kcal EM/kg de alimento y 16 % de proteína, teniendo como ingrediente Harina de carne, Harina de soya y maíz amarillo y Harina de ajonjolí.
3. Cuantos kilogramos son necesarios mezclar para obtener una tonelada de racion, con 15 % de PB, a partir de maíz (8.63 % de PB) y harina de soya (44.6% de PB).
4. Utilizando el método de ecuaciones prepare una mezcla de 18% de PB si se tiene, harina de carne y huesos, con 39.72 % de PB y sorgo rojo con 11.09 % de PB.
5. Prepare una premezcla de sal con minerales traza para cerdos pequeños. Ud. desea usar: Cobre, Hierro, Yodo, Manganeso, Zinc y Sal. Empleará 4kg de premezcla por tonelada de alimento. Usted ha conseguido las siguientes fuentes de estos microelementos.

CuSO₄ 5H₂O (90% de pureza)

FeSO₄ /h₂O (98%)

KI (85%)

MnSO₄ (95%)

ZnO (98%)

Ecuación para el cálculo de Energía en Kcal/kg de materia seca para diferentes especies animales.

Energía Digerible (ED)

E.D. Bovinos = TND x 44.09

E.D. cerdos = TND x 44.09

Energía Metabolizable (EM)

E.M. Bovino = 0.45 + 1.01 (ED)

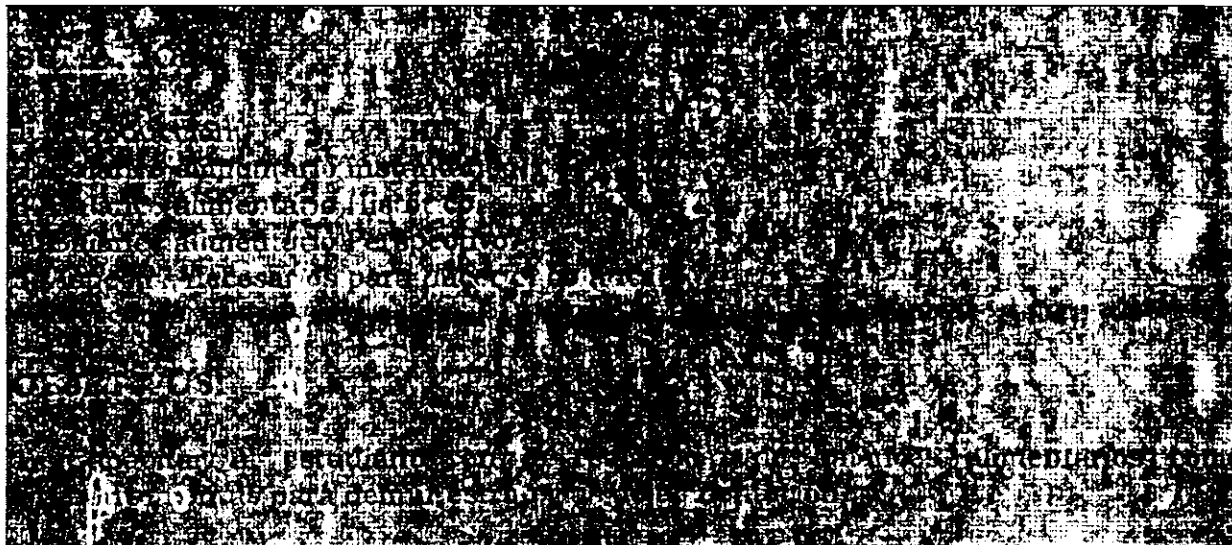
E.M. Cerdos = (0.96 - 0.00202 (PB))(ED)

BIBLIOGRAFIA

- Arista, E. Manual de Formulación de Raciones de Ganado.
- Blandino, R.; Mendieta, B. 1995. I Curso de Formulación de Raciones.
- Londoño, F. Fundamentos de alimentación animal.
1982. Métodos Numéricos.
- Trujillo, F. 1979. Métodos matemáticos para la formulación de raciones balanceadas en la producción animal.

CAPITULO 5

METODOLOGÍA DE BALANCE ALIMENTARIO



1. INTRODUCCIÓN

Con cualquier condición, la alimentación del hato es uno de los componentes más importantes de la producción animal. Cuando se trata de obtener de la producción animal una vía para la satisfacción de las necesidades de la población, entonces se hace indispensable el incorporar conocimientos y técnicas actualizadas en el proceso de explotación pecuaria.

El balance alimentario resulta ser la única vía científica técnica que permite planificar, dirigir y controlar la producción animal, pues a través del mismo permite pronosticar la producción y de cierto modo analizar con antelación los problemas de alimentación con criterios científicos.

El balance alimentario es una metodología por medio de la cual se puede conocer el equilibrio o estado entre los requerimientos nutricionales de la masa ganadera y la disponibilidad de alimentos o nutrientes.

El balance alimentario por su contenido puede ser de tres formas.

1. Instantáneo
2. Histórico
3. Perspectivo.

2. BALANCE ALIMENTARIO INSTANTÁNEO

Es un cálculo periódico que se realiza en cualquier momento y tiene el objetivo de comprobar el cumplimiento del Balance prospectivo planificado y nos permite adoptar medidas de corrección si se detectan errores.

Resulta muy preciso y directo y es por eso que facilita obtener los datos representativos de todos los problemas de la producción.

Para hacer un BAI hay que calcular los días de lactancia de las vacas de la unidad y comparar la producción real obtenida con la tabulación en la curva histórica de potencial mínimo de esos animales.

3. BALANCE ALIMENTARIO HISTÓRICO

Es el que fue realizado en periodos anteriores y su objetivo ofrecer la posibilidad de examinar en la continuidad del tiempo los diversos factores que han afectado las producciones. Es más útil en la medida que se tengan más datos.

4. BALANCE ALIMENTARIO PERSPECTIVO

Se realiza con antelación a que ocurra el proceso productivo, su principal objetivo es pronosticar la producción, conocidos los elementos con que se cuenta, constituye un importante elemento de planificación, especialmente por que ofrece la posibilidad de conocer a tiempo la situación que caracterizará cada periodo del año. Sirve para la elaboración de planes de preservación de alimentos, programación de siembra, utilización de cosechas y residuos, equipos y demás componentes del engranaje de la alimentación y manejo.

5. ASPECTOS NECESARIOS PARA HACER EL BALANCE

Para los Requerimientos de los Animales

1. Cantidad de animales en cada estructura del rebaño (movimiento de hato).
2. Peso vivo promedio por cada categoría.
3. Cuando las vacas tienen el primer parto, aumentar el 20% sobre mantenimiento de todos los nutrientes y en el segundo parto subir el 10% (para crecimiento).
4. Cuando los animales están en pastoreo, aumentar entre 30 y 50% sobre el mantenimiento sólo en energía.
5. Cantidad de leche o ganancia de peso
6. Porcentaje de grasa en la leche.
7. Gestación (solo en los dos últimos meses).

Para el cálculo de los nutrientes que aportan los alimentos

1. Disponibilidad de alimentos.
 - a) Pastos y forrajes (rendimiento).
 - b) % de rendimiento por época o mes.
 - c) Carga.
 - d) Factores que afectan la composición de los pastos.
 - e) Conocer la composición de los subproductos disponibles.
2. Aprovechamiento o utilización de cada alimento por el animal (en %).
 - a) Cuando se hace por época se calcula 70% en verano y 60% en invierno.
3. Calidad de cada alimento.
4. Consumo voluntario.
5. Relación concentrado/forraje.
6. Relación N:S (8-10:1) principalmente cuando se usa NNP.
7. Relación Proteína: CHO fácilmente fermentables (1 a 2gr de CHO por cada gr de Proteína).
8. Relación Ca. P de 2:1.

Balance Final

Aquí se conoce si hay déficit o exceso de nutrientes y corresponde hacer la toma de decisiones, es donde hay que dar mucha importancia a parámetros técnicos económicos como son:

Producción leche/hombre
Producción leche/ha
Producción leche/vacas totales
Producción leche/kg de N aplicado
Producción de leche/kg de pienso
Producción de leche/kg de pasto
Costo de producción/litro de leche
entre muchos otros.

6. EJERCICIOS

La hacienda "Las Mercedes" tiene un hato ganadero consistente en:

- ◆ 72 vacas paridas de 400 kg de PV y 8 litros de leche al 3.5% de grasa de producción.
- ◆ 12 vacas secas de 400 kg de PV.
- ◆ 15 vaquillas de 350 kg de PV y 250 gr de GMD(ganancia media diaria).
- ◆ 25 novillos de 350 kg de PV y 250 gr de GMD

NUTRICIÓN ANIMAL

Tiene un área de pasto consistente en:

- ♦ 15 manzanas de Jaragua con 82% de cobertura, es decir 12.3 mz de área efectiva
- ♦ 150 manzanas de Estrella con 60% de cobertura, es decir 90 mz de área efectiva
- ♦ 50 manzanas de Bermuda con 89% de cobertura, es decir 44.5 mz de área efectiva.

Pasos a Seguir

1. Se calcula el área efectiva de pastizal, esto cuando se tiene el dato de cobertura.
2. Se calcula la disponibilidad utilizable de MS, Proteína y Energía que se tendrá a partir del pasto mensualmente, haciendo uso de tablas suministradas para tal efecto.
3. Se calculan las necesidades de MS, Proteína y Energía de los dos tipos de categorías, haciendo uso de tablas de requerimientos.
4. Se calcula el porcentaje relativo de cada categoría en el requerimiento total.
5. Se realiza el balance entre disponibilidad y requerimiento mensual.
6. Se hace la distribución del déficit mensual entre cada categoría y animal.
7. Se calcula sobre la base de los déficit, la concentración de la ración suplementaria.
8. Se calculan las raciones suplementarias.

Ejecución

Se calcula la disponibilidad de MS, Proteína y Energía para cada área de pasto y luego se suma para obtener la disponibilidad total de cada nutriente.

PASTO JARAGUA											
MS kg/ms/d	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.
1 mz	12.7	15.4	16.8	12.7	15.1	12.3	8.1	5.8	4.6	3.5	2.6
12.3 mz	156.21	189.42	206.64	156.21	185.73	151.29	99.63	71.34	56.58	43.05	31.98
Proteina kg/ms/d											
1 mz	1.16	1.41	1.54	1.16	1.39	1.13	0.81	0.58	0.46	0.35	0.26
12.3 mz	14.27	17.34	18.94	14.27	17.09	13.89	9.96	7.13	5.66	4.31	3.19
Energia Mcal/ms/d											
1 mz	26.7	32.5	35.6	26.7	31.9	26.0	17.6	12.6	10.0	7.6	5.7
12.3 mz	328.41	399.75	437.88	328.41	392.37	319.8	216.48	154.98	123	93.48	70.11

PASTO ESTRELLA											
Ms Kg/ms/d	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MARZO
1 mz	17.1	21.6	22.6	17.1	20.3	16.3	10.7	7.7	6.1	4.6	3.5
90 mz	1539	1890	2034	1539	1827	1467	963	693	549	414	315
Proteina kg/ms/d											
1 mz	1.66	2.02	1.19	1.66	1.97	1.58	1.16	0.83	0.66	0.50	0.35
90 mz	149.4	181.8	107.1	149.4	177.3	142.2	104.4	74.7	59.4	45	31.5
EM kcal/ms/d											
1 mz	34.2	41.7	45.3	34.2	40.7	32.7	22.2	15.9	12.7	9.5	7.3
90 mz	3078	3753	4077	3078	3663	2943	1998	1431	1143	855	657

PASTO BERMUDA											
MS kg/ms/d	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MARZO
1 MZ	19.1	23.2	25.3	17.8	22.7	18.3	11.9	8.6	6.9	5.3	4.0
44.5 MZ	849.95	1032.4	1125.85	792.1	1010.15	814.35	529.55	382.7	307.05	235.85	178
Proteina kg/ms/d											
1 mz	1.54	1.88	2.04	1.44	1.83	1.48	1.11	0.81	0.64	0.50	0.37
44.5 mz	68.53	83.66	90.78	64.08	81.44	65.86	49.39	36.04	23.48	22.25	16.46
EM kcal/ms/d											
1 mz	41.4	50.3	54.9	50.6	49.3	39.7	26.7	19.3	15.5	11.9	8.9
44.5 mz	1842.3	2238.35	2443.05	2251.7	2193.85	1766.65	1188.15	858.85	689.75	529.55	396.05

DISPONIBILIDAD TOTAL										
MS	2545.16	3111.82	3366.49	2487.31	3022.88	2432.64	1592.18		1147.04	912.63
Proteina	232.198	282.803	216.822	227.748	275.832	221.959	163.758		117.879	93.538
Energia	5248.71	6391.1	6957.93	5658.11	6249.22	5029.45	3402.63		2444.83	1955.75

Requerimientos Nutricionales

Requerimiento Nutricionales	MSkg	% Relativo	PBkg	% Relativo	EM Mcal	% Relativo
1 Vaca Parida	11.2		1.242		26.1	
72 VP	806.4	60.5042	89.424	74.0118	1879.2	66.997
1 Vaca Seca	11.2		0.65		17.6	
12 V S	134.4	10.08403	7.8	6.45567	211.2	7.52968
1 Vaquilla	9.8		0.59		17.8	
15 Vaquillas	147	11.02941	8.85	7.3247	267	9.51906
1 Novillo	9.8		0.59		17.9	
25 Novillos	245	18.38235	14.75	12.2078	447.5	15.9542
Requerimiento Total	1332.8	100	120.824	100	2804.9	100

Balance MS	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Nov.	Dic.	Enero	Feb.
Disp.	2545.16	3246.22	3376.574	2495.11	3029.34	2643.84	1599.71	1147.04	912.63	
Requerim	1332.8	1332.8	1332.8	1332.8	1332.8	1332.8	1332.8	1332.8	1332.8	
Balance	1212.36	1913.42	2043.774	1162.31	1696.54	1311.4	266.91	-185.76	-420.17	
Proteina										
Disp.	232.198	282.803	216.822	227.748	275.832	221.959	163.758	117.879	93.538	
Requerim	120.824	120.824	120.824	120.824	120.824	120.824	120.824	120.824	120.824	
Balance	111.374	161.979	95.998	106.924	155.008	101.135	42.934	-2.945	-27.286	
Energia										
Disp	5248.71	6391.1	6957.93	5658.11	6249.22	5029.45	3402.63	2444.83	1955.75	
Requerim	2804.9	2804.9	2804.9	2804.9	2804.9	2804.9	2804.9	2804.9	2804.9	
Balance	2443.81	3586.2	4153.03	2853.21	3444.32	2224.55	597.73	-360.07	-849.15	

Distribución del Dencit	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
	-185.76	-420.17	-639.9	-807.82	-1023
Proteina	-2.945	-27.286	-49.269	-69.661	-88.934
Energia	-360.07	-849.15	-1326.87	-1681.7	-2141.4

Para efectos de ejemplificación se realizará el cálculo del mes de Abril y para las vacas paridas.

Vaca Parida	% Relat.	Déficit	Hato	Individual
MS	60.5042	-1023	-618.96	-8.5966
Proteína	74.0117	-88.934	-65.822	-0.9142
Energía	66.9970	-2141.36	-1434.6	-19.926

Convirtiendo Energía y proteína a requerimientos de cada ración

$$0.91412/8.5966 = 0.106343$$

1

100

$$0.106343 \times X = 10.63\%$$

$$19.926/8.5966 = 2.32$$

Una Vaca Parida necesita en el mes de Abril 8.59 kilos de MS de una Ración que tenga 10.63% de proteína y 2.32 Mcal de EM.

Pastos y Nutrientes utilizables según zona, especie y mes.

Materia seca utilizable en condiciones de pastoreo sin riego ni fertilización

Zona Seca

Mes	Unidad	Jaraguá	Bermuda	Estrella	Pangola	Guinea
Mayo	Kg/mz/d	12.7	19.1	17.1	11.3	18.3
Junio	Kg/mz/d	15.4	23.2	21.0	13.9	22.4
Julio	Kg/mz/d	16.8	25.3	22.6	15.1	24.4
Agosto	Kg/mz/d	12.7	17.8	17.1	11.3	18.3
Sept.	Kg/mz/d	15.1	22.7	20.3	13.6	22.0
Octubre	Kg/mz/d	12.3	18.3	16.3	11.0	17.7
Nov.	Kg/mz/d	8.1	11.9	10.7	7.1	11.6
Dic.	Kg/mz/d	5.8	8.6	7.7	5.1	8.3
Enero	Kg/mz/d	4.6	6.9	6.1	4.1	6.6
Febrero	Kg/mz/d	3.5	5.3	4.6	3.1	5.1
Marzo		2.6	4.0	3.5	2.3	3.8
Abril		1.5	2.3	2.1	1.4	2.3
MS/año		3.3	4.4	4.4	3.	4.8
Rdto/año		7.8	10.5	10.5	7.0	11.3

Proteína Bruta utilizable en condiciones de pastoreo sin riego ni fertilización

Zona Seca

Mes	Unidad	Jaragua	Bermuda	Estrella	Pangola	Guinea
Mayo	Kg/mz/d	1.16	1.54	1.66	0.99	1.54
Junio	Kg/mz/d	1.41	1.88	2.02	1.21	1.88
Julio	Kg/mz/d	1.54	2.04	1.19	1.32	2.05
Agosto	Kg/mz/d	1.16	1.44	1.66	0.99	1.94
Sept.	Kg/mz/d	1.39	1.83	1.97	1.18	1.85
Octubre	Kg/mz/d	1.13	1.48	1.58	0.96	1.49
Nov.	Kg/mz/d	0.81	1.11	1.16	0.65	1.06
Dic.	Kg/mz/d	0.58	0.81	0.83	0.46	0.77
Enero	Kg/mz/d	0.46	0.64	0.66	0.37	0.60
Febrero	Kg/mz/d	0.35	0.5	0.50	0.28	0.46
Marzo		0.26	0.37	0.35	0.21	0.35
Abril		0.15	0.21	0.23	0.13	0.21

Energía metabolizable utilizable en condiciones de pastoreo sin riego ni fertilización.

Zona Seca

Mes	Unidad	Jaragua	Bermuda	Estrella	Pangola	Guinea
Mayo	Mcal/mz/d	26.7	41.4	34.2	25.5	39.7
Junio	"	32.5	50.3	41.7	31.4	48.5
Julio	"	35.6	54.9	45.3	34.2	52.3
Agosto	"	26.7	50.6	34.2	25.6	39.7
Sept.	"	31.9	49.3	40.7	30.7	47.5
Octubre	"	26.0	39.7	32.7	24.8	38.4
Nov.	"	17.6	26.7	22.2	16.6	24.6
Dic.	"	12.6	19.3	15.9	11.8	17.4
Enero	"	10.0	15.5	12.7	9.5	13.9

Febrero	"	7.6	11.9	9.5	7.1	10.7
Marzo	"	5.7	8.9	7.3	5.3	8.1
Abril	"	3.3	5.1	4.4	3.2	4.8

PREGUNTAS DE REPASO

1. Hato 140 vacas. de ellas 100 en ordeño con un promedio de producción de 12 litros/vaca/día con 3.5% de grasa y 400kg de PV, 75 vacas secas gestantes de igual peso. Area de pastoreo: 130 mz de pasto bermuda sin fertilizar. Area para suplementar 10 mz de Taiwán. región seca.
2. 200 novillos de 300 kg. de PV con una ganancia de 500 g/d, Area de pastoreo 150 mas de jaragua sin fertilizar región seca.

BIBLIOGRAFÍA

- Boada, et al 1988. Nutrición Animal 1. ISCAH. Cuba.
- Martín. P. 1981. Metodología del balance alimentario y formulario de raciones para el ganado bovino en Nicaragua. MIDINRA. Nicaragua.

CAPITULO 6

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL TERNERO

SUMARIO:

1. Introducción.
2. Fin Productivo.
3. Crecimiento y Desarrollo.
 - 3.1. Efecto de la Alimentación en el Desarrollo del Aparato Digestivo y su Funcionalidad.
4. Requerimientos Nutritivos.
5. Alimentación de los Terneros.
 - 5.1. Alimentación Calostrál
 - 5.2 Sistemas de Alimentación.
 - 5.2.1. Sistemas Naturales.
 - 5.2.2. Sistemas Artificiales.

OBJETIVOS:

1. Conocer el Comportamiento de los distintos Sistemas de los Terneros durante su Crecimiento y Desarrollo.
2. Conocer los Requerimientos Nutricionales de los Terneros.
3. Conocer los distintos Sistemas de Alimentación para Terneros que se usan en el País.

1. INTRODUCCIÓN

El ternero, como animal de reemplazo, constituye el eslabón primario en el desarrollo de la masa ganadera bovina.

Su adecuado desarrollo y crecimiento permitiría alcanzar un bovino adulto con óptimas condiciones productivas y reproductivas.

El conocimiento de las características anatomofisiológicas de su aparato digestivo, así como establecer los requerimientos nutritivos en función del propio desarrollo y las condiciones específicas de cría que se establezcan y la adecuación de regímenes de alimentación cada vez más económicas garantizando su normal desarrollo son objetivos esenciales del estudio e investigación acerca de la nutrición y alimentación del ternero.

2. FIN PRODUCTIVO

El fin productivo en la crianza de los terneros es el crecimiento y desarrollo.

El desarrollo no debe entenderse como el crecimiento en talla o incremento de peso pues constituye un término amplio, dado las propias características y circunstancias en que se establece un desarrollo adecuado de los distintos puntos de crecimiento regulados por factores genéticos acorde a la especie, raza y bajo condiciones específicas de explotación.

El ternero desde su nacimiento hasta la adultez debe alcanzar pleno desarrollo óseo, muscular, enzimático, digestivo, reproductivo, en fin, es necesario un crecimiento gradual y armónico de todos sus sistemas. Si bien este desarrollo está regulado por factores genéticos no es menos cierto que la nutrición y alimentación juegan un papel importante, sobre todo, si tenemos en cuenta que cada sistema responde a una curva de crecimiento en función de la edad y si no se toma en consideración para garantizar un adecuado régimen nutricional no se lograrán los objetivos y la finalidad productiva esperada.

Baste algunos ejemplos para comprender la importancia de una adecuada nutrición en cantidad, calidad y en el momento requerido sobre el desarrollo del bovino joven.

El sistema óseo se desarrolla desde el nacimiento hasta los 5 años, aproximadamente en la especie bovina.

Sin embargo, su ritmo de crecimiento es alométrico, encontrándonos un crecimiento abrupto hasta el primer año de vida, ritmos inferiores entre 1-2 años y prácticamente imperceptibles de 2 a 5 años.

Ello implica que si no atendemos en los primeros 12 meses las demandas nutritivas y sobre todo los biorreguladores del crecimiento, no estaremos logrando el ritmo de crecimiento óseo esperado, posterior a los 12 meses, aunque se establezcan un régimen óptimo no podrán obtenerse resultados satisfactorios.

No sucede igual para el desarrollo del TGI, particularmente, el desarrollo ruminal o lo que está dado en nombrarse adultez o madurez digestiva se alcanza a los 4 meses, aunque de 4 meses a los 12 meses continúa produciéndose un crecimiento progresivo.

Asimismo tenemos que la madurez sexual en la hembra bovina se alcanza alrededor de los 10 meses.

Estos ejemplos nos evidencian la necesidad de atender los requerimientos nutritivos en los terneros no sólo desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo sino brindarlos oportunamente pues generalmente los procesos biológicos asociados al desarrollo son irreversibles. Cuando aparecen digamos el caso, problemas de raquitismo por desnutrición en la etapa del crecimiento difícilmente retorne o se obtenga un desarrollo óseo normal al someterlo a alimentaciones óptimas o tratamientos intensivos pues el momento de máxima intensidad del crecimiento no se corresponde ya con la edad del animal.

El estómago embrionario de todos los mamíferos es simple, pero el del rumiante desde los 36-56 días se diferencia en cuatro compartimentos: Rumen, Reticulo, Omaso, Abomaso.

A pesar de que el ternero al nacer cuenta con los cuatro compartimentos estomacales, estos no se encuentran desarrollados y el animal está en su estado de pseudomonogástrico o prerrumiante.

Es importante mencionar que el ternero adapta sus procesos digestivos en tres fases:

- 1.-Adaptación a la vida extrauterina.
- 2.-Mantenimiento del estado de prerrumiante.
- 3.-Transformación de prerrumiante en rumiante.

En la etapa 2 el único compartimento desarrollado y funcional es el abomaso que ocupa el 60-70% del volumen estomacal, mientras que el rumen prácticamente no existe, el reticulo ocupa el 32% de la cavidad abdominal y el omaso el 4%.

Durante el periodo de prerrumiante el ternero cuenta con un mecanismo fisiológico conocido como canal reticular (gotera esofágica) que le permite aprovechar la leche al máximo.

Dicho canal funciona de la siguiente forma:

El **esófago** se une con el primer proventrículo a través del **cardias**; entre esta región y el orificio **reticulo-omasal**, en una porción del reticulo se extiende el llamado **canal o surco reticular**. Este canal tiene una gran importancia para el animal joven pues al **cerrarse** permite que la leche ingerida pase directamente al abomaso sin pasar por el rumen, en este caso se dice que el animal no está en circuito y permanece en una fisiología monogástrica.

El mecanismo de cierre del canal reticular ocurre por vía refleja después de la ingestión debido a estímulos químicos y nerviosos.

El reflejo de cierre (arco reflejo) está condicionado fundamentalmente a la ingestión de la leche.

Hasta los 5 meses de edad el desencadenamiento depende de las lactoalbúminas y materias minerales de la leche en especial el cloruro de sodio (0.5-1%), también estimulan el cierre otras sales de sodio, como el bicarbonato al 5%, el sulfato de cobre al 1% en animales jóvenes y al 10% en animales adultos.

El agua puede provocar el cierre perfecto del canal reticular hasta las 4 semanas de edad, a partir de esta edad el cierre es imperfecto cayendo gran parte del agua ingerida en el rumen, teniendo el agua y la leche distintos destinos.

El cierre imperfecto posibilita que una parte de la alimentación que consume el ternero vaya cayendo directamente al rumen, sirviendo de inoculo inicial para que se establezca la microflora del rumen.

Factores que afectan el funcionamiento de la gotera esofágica.

- Succión.
- Edad (cambio de la ración)
- Temperatura del liquido.
- Posición del animal.
- Lugar donde está colocado el liquido.
- Naturaleza del liquido (glucosa, lactosa, cloruro y bicarbonato de sodio, $\text{CuSO}_4 \cdot 0.4 \text{ M}$)
- Estado de sed y hambre.

3. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

TERNEROS LACTANTES

Capacidad del ternero pre-rumiante para digerir los diferentes alimentos.

En las primeras semanas de vida del ternero, la digestión y el metabolismo se encuentran en un estado de transición durante el cual los procesos típicos del monogástrico cambian a las de rumiante. De ahí su denominación de pre-rumiante. El gran desarrollo funcional del abomaso en esta primera etapa hace que sea considerado como bovino fisiológicamente inmaduro, por tener un sistema digestivo altamente ligado a la leche.

Al confeccionar raciones para el ternero es importante conocer las características digestivas especialmente la enzimática pues aun cuando contamos con alimentos de buen valor nutritivo, su aprovechamiento puede verse afectado por no estar adaptado fisiológicamente para recibirlo.

Prácticamente los únicos elementos nutritivos que pueden ser utilizados satisfactoriamente durante las primeras cuatro semanas (suministrados en forma líquida) parecen ser las proteínas lácteas, la mantequilla, el aceite y otras grasas animales y entre los azúcares, la lactosa (azúcar de la leche) y la glucosa.

Este comportamiento está relacionado con la actividad enzimática de la saliva, el abomaso o cuajar y el intestino en ese periodo.

En la saliva del ternero joven se ha demostrado la existencia de una lipasa que actúa únicamente sobre los grupos butirato de los triglicéridos de la mantequilla; la acción de esta lipasa disminuye con la edad, sobre todo en aquellos que consumen tempranamente dietas ricas en forrajes y concentrados.

El ternero joven puede segregar renina y pepsina-ácido clorhídrico, aunque parece probable que la coagulación de la leche en los primeros momentos de la vida, no se deba a ese sistema ClH-Pepsina y sí a la acción enzimática de la renina o fermento lab.

La actividad enzimática intestinal del animal pre-rumiante está limitada para digerir el almidón o los productos de degradación : dextrina y maltosa y utiliza muy pobremente la sacarosa (azúcar de la caña) esta última, debido a la degradación efectuada por microorganismos intestinales y no a la acción de una enzima específica, por el contrario la acción de la lactasa es importante en la primera etapa.

Toda vez que han sido establecidas algunas características del proceso enzimático que ocurre en el ternero podemos valorar que la proteína láctea es altamente digerible (98-100%) por el ternero joven. Diversos estudios han demostrado que existe cierta incapacidad para digerir con efectividad las proteínas vegetales incluidas en dietas líquidas.

La digestibilidad de la grasa láctea está entre 94 y 97 % sin embargo la digestibilidad y aprovechamiento de las grasas vegetales (maíz, frijol de soya, semillas de algodón) son muy bajas y al suministrarla en raciones líquidas produjeron crecimiento lento, diarreas severas y se incrementó la mortalidad.

La necesidad de sustituir la leche entera plantea la búsqueda de lacto reemplazadores pero es imprescindible, que estos no afecten el fisiologismo normal y por ende su capacidad de digerir y aprovechar al máximo los nutrientes en la primera etapa de vida, período máximo de crecimiento y desarrollo.

El periodo descrito es el conocido como adaptación a la vida extrauterina, el que puede sintetizarse así:

-Actividad de coagulación, en la mucosa del abomaso en el feto existe después del nacimiento la llamada Quimosina (renina) que tiene un máximo a los dos días y decrece a los 30-40 días.

La actividad de la pepsina es constante y la producción de HCl aumenta durante 1-3 días decreciendo el pH del abomaso de 5.8 a 3 (a los dos días) que es el pH del abomaso en animal adulto.

-Las enzimas pancreáticas tripsina, quimiotripsina, lipasa y amilasa tienen un comportamiento inverso a la quimosina, la lactasa se reduce en un 25% en los primeros 8 días mientras que la lactasa aumenta 40% en el mismo período.

-También durante esta etapa se da el establecimiento de microorganismos provenientes de las heces, tetas de las vacas y alimentos, en las diversas partes del aparato digestivo 8 horas después del nacimiento existe E. coli, a las 15 horas existen Estreptococcus y Clostridia y a las 24 horas se dan las primeras colonizaciones; En el rumen a los 2 días la concentración de bacterias es de 10^9 bacterias/gramo aumentando en la primera semana con la ingestión de alimento sólido.

Las bacterias celulolíticas aparecen al 4^o-7^o día (ruminococcus y metanogenicas) y los hongos a los 8-10 días.

La digestibilidad del alimento, generalmente leche, de la primera semana a la quinta es:

Compuestos nitrogenados	87-97%
Lípidos	89-96%

-La absorción de inmunoglobulinas y macromoléculas decrece luego del nacimiento debido a que se ha renovado el epitelio digestivo a las 36-48 horas, luego de ese tiempo la absorción es difícil ya que las mismas comienzan a ser digeridas; a medida que aumenta la edad del animal disminuye el coeficiente de absorción de calostro de 2. 20 horas de edad el coeficiente disminuye de 24 a 12.

Existen algunos factores que afectan la absorción de inmunoglobulinas:

- Raza: La riqueza del calostro no influye en la absorción.
- Método de alimentación: La succión favorece la absorción de inmunoglobulinas.
- Calidad bacteriológica.
- Consumo voluntario.

3.1. Efecto De La Alimentación En El Desarrollo Del Aparato Digestivo Y Su Funcionalidad.

El desarrollo del aparato digestivo en su proceso de transformación, de estado pre-rumiante, no debe incluir solo aquellos cambios anatómicos, en lo que a capacidad y/o proporciones se refiere, sino además y con especial atención los cambios funcionales.

El peso y volumen de los reservorios gástricos varían en función de la edad y el sistema de alimentación desde el nacimiento hasta la adultez.

Al nacimiento el abomaso posee doble capacidad, aproximadamente que los restantes compartimentos. En el rumiante adulto el rumen representa el 80% de la capacidad total y el abomaso alrededor del 8%.

Estas variaciones son el resultado de un crecimiento alimentario positivo para el conjunto **retículo-rumen** hasta prácticamente los 5 meses e isométrico para el abomaso. En este sentido es importante distinguir la influencia de la dieta pues independientemente de la edad se produce un incremento más marcado del rumen de terneros alimentados con alimentos voluminosos (heno, forrajes) que con dietas concentradas y en menor escala los sometidos a dietas lácteas.

En la tabla que aparece en la página siguiente se puede apreciar la evolución de las capacidades estomacales en función de la edad y la dieta.

Cuadro 4. CAPACIDAD ESTOMACAL A DISTINTA EDAD Y DIFERENTE ALIMENTACIÓN

Litro/45 kg P.V.

Dieta		EDAD (Semanas)			
		Nacimiento	4	7	10
Rumen	Leche	2.0	3.7	4.2	3.4
	Grano		5.8	11.3	14.4
	Heno		6.7	14.2	22.2
Abomaso	Leche	2.7	1.9	2.3	1.5
	Grano		1.8	1.8	1.4
	Heno		2.0	1.6	1.4

El estudio del peso de los órganos, a diversas edades, con dietas completas desde el nacimiento a los 120 días, muestra que el **rumen** crece con alometría positiva. De 0.2% de P.V. al nacimiento, se triplica, a los 21 días y a los 112 días se ha septuplicado (1.5 % de PV), sin embargo el abomaso crece con isometría de 0.6% de PV, al nacimiento (el triple del rumen), se mantiene en valores similares hasta los 112 días, donde se invierte la relación y el rumen lo triplica (1.5% vs 0.5% del peso vivo), en esta etapa el retículo y el omaso muestran al igual que el rumen una alometría positiva, aunque mucho menos marcada.

A partir de esta etapa (0-112 d) los preestómagos crecen con isometría y el abomaso con alometría negativa, los intestinos tienen un crecimiento alométrico negativo hasta los 9 meses e isométrico después.

Cuadro 5 Peso fresco de varias partes del estómago como porcentaje del peso corporal.

Edad (días)	Rumen	Retículo	Omaso	Abomaso
Al nacer	0.2	0.1	0.1	0.6
21	0.6	0.1	0.1	0.5
56	1.4	0.2	0.1	0.4
112	1.5	0.3	0.2	0.5

A la edad de 9 meses el ternero entra en un estado de **poligástrico completo**. Antes de esta edad el animal es un intermediario entre el estado de monogástrico y poligástrico.

Cuando el animal se transforma en poligástrico perfecto se da la inversión de la relación de crecimiento del rumen y el abomaso indispensable para el crecimiento de una cámara fermentativa que preceda a la digestión enzimática gastrointestinal.

Los terneros de 16 semanas de edad alimentados con leche, heno y concentrado poseen un epitelio ruminal más activo que los terneros de igual edad alimentados con leche, metabolizando 5 veces más AGV los primeros que los segundos.

El papel de los AGV en el desarrollo de la actividad metabólica, en la capacidad de absorción y en el desarrollo estructural de la pared ruminal, permitiendo integrar estos tres elementos en relación de mutua dependencia.

El desarrollo de los procesos de absorción y metabolismo de los AGV por el epitelio ruminal estimulará la proliferación celular y el consiguiente desarrollo morfológico de estómago.

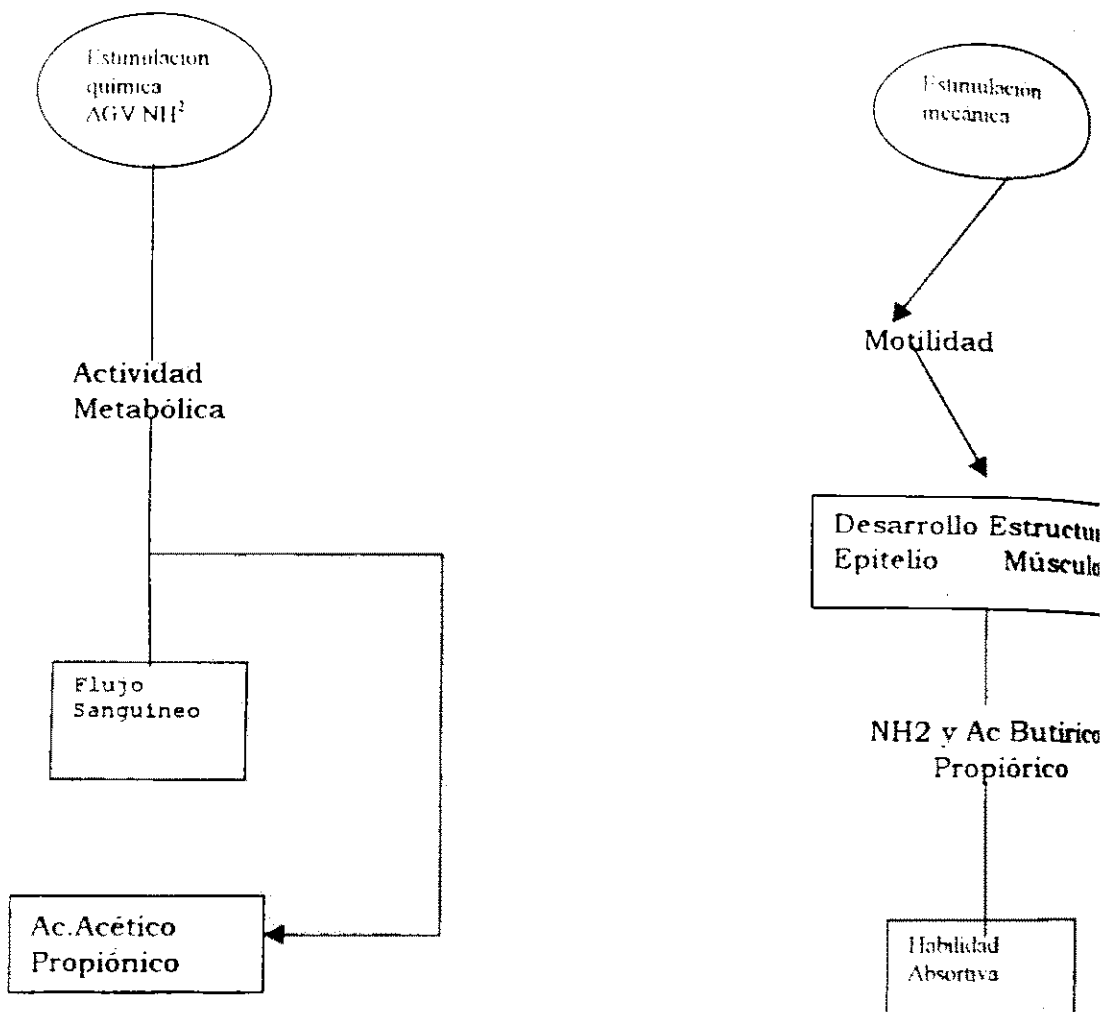


Figura 11. Estimulación físico-química y desarrollo ruminal.

Paralelamente a estos cambios anatómicos van produciéndose modificaciones sustanciales en la funcionalidad del rumen, que al nacimiento puede catalogarse de inactivo, donde no existe prácticamente la acción microbiana y por ende la actividad metabólica y de absorción de las lisas paredes del rumen es nula.

La actividad microbiana del rumen ocupará, por tanto, un lugar importante asociado a la cual, ocurren transformaciones en su actividad metabólica que a su vez, estimulará el desarrollo estructural y la capacidad de absorción de la mucosa.

El sistema enzimático del ternero al nacimiento es deficiente comparado con el monogástrico y evidentemente la alimentación de los primeros estadios es básicamente láctea, la cual, se digiere por un mecanismo esencialmente enzimático y por una gran funcionalidad del abomaso a diferencia del adulto, que se caracteriza por una digestión fundamentalmente ruminal y un mecanismo microbiano.

Se hace, por tanto, imprescindible en la crianza del ternero aprovechar con un máximo de eficiencia la etapa del verdadero monogástrico garantizando un mejor uso de los alimentos propios de este periodo.

Las modificaciones estructurales y funcionales que se producen en todo el TGI determinan modificaciones en la actividad metabólica, sobre todo de la mucosa ruminal, que como se conoce es muy baja al nacimiento y cuyos incrementos están íntimamente relacionados con el desarrollo estructural que a su vez está influenciado directamente por efectos dietéticos. A las 13 semanas en regímenes en base a heno y concentrado se alcanza la máxima capacidad absorptiva de la mucosa en terneros, no así en los mantenidos con dietas lácteas.

Puede constatarse la influencia de la alimentación en el desarrollo del TGI tanto, anatómica, funcional como metabólica, lo que pone de manifiesto la adecuada selección y suministro de alimentos en los terneros para su temprana y efectiva transición de pre-rumiante a rumiante.

Ventajas de un rápido desarrollo del rumen.

-Se reduce la cantidad de leche consumida por el ternero y como consecuencia se obtiene mayor ingreso por concepto de venta de este producto.

-Aunque inicialmente se obtenga una tasa menor de crecimiento del ternero, al reducir la cantidad total de leche, en etapas posteriores hay una compensación debido a la adaptación que se logra a los alimentos sustitutos.

-Aunque el ternero cuyo desarrollo ruminal se este promoviendo tienen una menor eficiencia biológica en la utilización de nutrientes dietéticos, desde el punto de vista económico es más eficaz el ternero rumiante que el no rumiante, esto es debido al bajo costo de los nutrientes en los alimentos sólidos en relación con el de la leche.

4. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS

Consumo De Materia Seca

La mayor parte de la materia seca para animales de aproximadamente 70 kg de p.v. debe ser suministrada en forma líquida. Además, igual cantidad de MS produce más energía neta cuando se utiliza en forma líquida, que en dietas concentradas secas, debido a las diferencias en la eficiencia de utilización de la energía en una u otra forma.

La ingestión máxima de materia seca aumenta desde 2.2 kg/100 kg de pv, en ternero de 50 kg hasta 3 kg/100 kg pv para animales de 120 kg.

El consumo de materia seca de animales alimentados a base de concentrados se van incrementando cuando se aumenta el contenido energético expresado en energía digestible de la dieta. Esto explica el hecho de que animales sometidos a dietas altas en fibra comen menos cantidad que con dietas más concentradas. De ahí la importancia de atender no solo el contenido de materia seca, sino la calidad el alimento suministrado pues los terneros deprimen el consumo en dietas de baja digestibilidad

Agua

El consumo de agua, no sólo, está influenciado por el consumo de materia seca y la temperatura ambiental, sino también por las proporciones de sales y proteínas en la dieta.

El elevado consumo de agua ocasionado por una dieta rica en proteína puede persistir cuando pasan a dietas de inferior valor proteico.

La cantidad de agua consumida por terneros bajo dietas líquidas variara con el nivel de MS de la propia dieta líquida.

La ingestión total de agua (procedente del alimento más la de bebida) será:

MS dieta%	Agua total
5	18.7 l/kg MS
25	4.6 l/kg MS

Debe señalarse que niveles de 6-7 litros de agua/kg MS resulta adecuado para lograr mejor utilización del alimento. No obstante es preciso atender la temperatura ambiental que puede hacer variar los consumos de agua desde 3.1-3.5kg/kg MS a variaciones de 10° C 29.4° C respectivamente.

Energía

Los requerimientos energéticos para los terneros están dados por los requerimiento para el mantenimiento y para el crecimiento.

Los estimados de requerimiento de energía para los terneros es variada, atendiendo a

- Ganancia de peso vivo.
- Tamaño corporal.
- Edad.
- Estado de pre-rumiante o rumiante
- Composición de la dieta.

Esta última debido a la diferente eficiencia con que se utiliza la energía metabolizable para el incremento de peso.

Los requerimientos de energía metabolizable por concepto de mantenimiento están dados por la utilización de la energía neta para el metabolismo basal incluyendo las pequeñas pérdidas de energía urinaria y la actividad voluntaria se considera que el metabolismo basal de terneros más jóvenes es mayor por unidad de peso metabólico. Se plantea que en terneros de un mes de edad este puede variar entre 120-150 kcal/kg

Requerimientos para Crecimiento.

La energía depositada en el organismo como grasa y proteína es de aproximadamente 2500 kcal/kg de aumento en animales de 100kg o menos de peso vivo y asciende a 4000kcal para animales de 400kg

La eficiencia de utilización de la energía, para el crecimiento en terneros pre-rumiantes, es similar a la del mantenimiento (79.5-84.5%) y mucho más baja para terneros rumiantes, variando, además, acorde a la concentración energética de la ración, pues dietas con 2.1 Mcal EM/kg MS han alcanzado valores de solo 42% y con 3.0 Mcal EM/kg MS se obtuvo 58%.

Requerimientos proteicos.

Al estudiar los requerimientos de proteína en los terneros es importante establecer las pérdidas que ocurren así como el valor de deposición proteica diaria por concepto de incremento en peso y la calidad de la proteína a suministrar valorando su digestibilidad y valor biológico.

Las pérdidas fecales (nitrógeno metabólico fecal) y la urinaria (nitrógeno, endógeno urinario) varían en función de si es rumiante o pre-rumiante.

Las pérdidas urinarias declinan con la edad y en terneros pre-rumiantes alcanza valores de 63-82 mg N/kg PV y en rumiantes de 58 mg N/kg PV en 12 primeras semanas para formar valores ínfimos de 25 mg en novillas.

El nitrógeno metabólico fecal está relacionado entre otros con el consumo de materia seca y el nivel de fibra de la ración.

Asimismo en los animales pre-rumiantes las pérdidas por este concepto son menores (1.9 gr N/kg MS) que en rumiantes (4.2 g).

Por su parte el organismo depone por cada kg de PV incrementado de 26-34 g de N pudiendo variar en función de la calidad de la canal (acorde al ritmo de crecimiento y riqueza proteica de la dieta).

Al analizar las demandas proteicas es preciso evaluar el grado de aprovechamiento de la proteína dietética. La digestibilidad aparente de la leche es de 97 %, de un sustituto lechero de alta calidad alrededor de 94 %. De ahí se plantea que la pérdida fecal de N de terneros lactantes es básicamente de origen metabólico. Sin embargo, las dietas secas alcanzan valores del 80% en concentrados y de 40-50% para henos de buena calidad.

Igualmente de la proteína digerida solo una parte se retiene y la cuantía de la retención está directamente asociada al valor biológico de la proteína.

En los terneros pre-rumiantes es de gran interés la composición aminoácidos de la proteína, o sea su valor biológico, pues la necesidad biológica de proteína coinciden con la necesidad alimenticia, o sea, que todos los requerimientos de aminoácidos de un ser suministrados en la dieta a diferencia del rumiante que cubre las necesidades en aminoácidos que aportan las proteínas microbianas.

En la tabla siguiente se muestran los valores de requerimientos proteicos en términos de proteína digestible.

Cuadro 6. Necesidades de proteína digestible en terneros pre-rumiantes y rumiantes (g/día)

PV (kg)	Mantenimiento		Mantenimiento +500 g/día de ganancia	
	Prerumiante	Rumiante	Prerumiante	Rumiante
60	30	35	150	155
80	40	40	155	160
100	45	50	165	170
120	50	55	170	175
140	55	60	175	180

La utilización de la proteína está afectada por su valor biológico.

Terneros jóvenes recibiendo dietas de 12% PB y VB de 85% obtuvieron ganancias semejantes a las que recibieron dietas con 19% PB pero valor biológico alrededor de 52%.

Se han estudiado los requerimientos energéticos y proteicos, sin embargo, es de particular interés la relación energía-proteína. El ternero requiere una relación estrecha debido a que el incremento en tejido muscular demanda alto contenido proteico.

Ello no implica el suministro de raciones extremadamente estrechas pues encarece la crianza por el alto costo de las fuentes proteicas y disminuye la eficiencia alimenticia

Se han recomendado relaciones de 33.6 kcal/g PD. Relaciones superiores tienen tendencia a la deposición de grasa.

Se han sugerido también relaciones de 1:20 - 1:27 (gramos de proteína por Kcal ED y ganancias de 0.5 kg/día - 1.0 kg/día).

Debe señalarse que otros autores refieren relaciones de 1:25 - 1:30.

Necesidades de macroelementos inorgánicos.

Las dietas lácteas y el suministro de concentrados y henos de óptima calidad satisfacen las necesidades minerales de los terneros y difícilmente se requiera el suplemento mineral excepto Cloruro de sodio.

Debe señalarse que la restricción de alimento lácteo y el no empleo de fuentes alimenticias en las dietas tales como harina de carne y hueso o harina de pescado o cualquier otra fuente cálcica como heno de leguminosa demandará una atención al suministro de premezclas o suplementos minerales especialmente carbonatos (2^o aproximadamente).

Igualmente si las fuentes proteicas es a partir de salvado de trigo, soya u otra fuente pobre en fósforo, o siempre que exista altas proporciones de cereales deberá atenderse al suplemento fosfórico.

Es conocido que para estos minerales sean efectivamente utilizados deben estar en una relación similar a la existente en el hueso, o sea, 2.2 - 1.

Cuadro 7. Necesidades diarias de Ca, P y Mg para terneros con ganancias de 0.5 kg/día y 1kg/día.

P.V. Kg	Mantenimiento +0.5 kg GMD		Mantenimiento +1 kg GMD	
	Ca g/d	P	Ca G/d	P
50	9.6	6.2	18	12
100	15.0	7.3	27	13
200	18.0	9.8	30	15
300	21.0	15.0	33	20

Las necesidades de potasio no son conocidas pero no es común una deficiencia excepto en terneros pre-rumiantes diarreicos.

Si es preciso señalar que niveles de 2.6% de potasio en base seca en alimentos líquidos ha provocado la muerte. Además, niveles excesivos en la dieta resultan tóxicos.

El sodio es un elemento que se localiza fuera de las células. Esto explica que su concentración permanezca baja en los tejidos blandos y elevada en líquidos orgánicos.

La excreción urinaria y fecal de este elemento es de 1.5 g y 1 g respectivamente.

Necesidades de vitaminas.

El ternero nace con escasez o nulas reservas de vitaminas liposolubles A,D y E.

El calostro por su riqueza en caroteno neutraliza la falta de **estos elementos al nacimiento** del ternero, sin embargo el calostro puede resultar **pobre en caroteno** en dependencia del alimento consumido por la vaca durante la gestación.

Carotenos y vitamina A.

Para el cálculo de las raciones de ganado lechero debe considerarse **que 40 mg de caroteno solo equivale a 400 UI de la vitamina A.** El ternero requiere **diariamente, 2.1 mg de caroteno u 800UI de vit. A** aumentando sus requerimientos diarios **a medida que se incrementa el peso vivo.**

Este valor recomendado es para animales de 40kg de peso vivo, **los niveles mínimos serán 10.6 mg de caroteno por 100kg de PV.**

Vitamina D

Las dosis muy altas de esta última resultan tóxicas para los **terneros jóvenes.** Los requerimientos de vit. D están bien determinados hasta los 7 meses de vida, lo cual permite recomendar como correcta la cantidad de 660UI por 100kg de PV.

5. ALIMENTACIÓN DE LOS TERNEROS

5.1. Alimentación Calostrál

Al nacer, el ternero carece de anticuerpos que lo provean de **resistencia a las enfermedades** y depende de los que pueda obtener del calostro, que es **una rica fuente de ellos.** Sin embargo, el ternero joven sólo es capaz de absorber eficientemente **estos anticuerpos** durante sus primeras 10-12 horas de vida, ya que a partir de ese momento su habilidad se reduce gradualmente y cesa a las 36 horas.

Por las razones mencionadas, es **extremadamente importante** que el calostro sea consumido en cantidad suficiente (al menos 2 litros en la primera comida) y lo antes posible, con vistas a lograr un consumo equivalente al 10-15% de su peso dentro de las primeras doce horas de vida.

Un ternero normal consumirá más de 3-5 litros si se le permite mamar de su madre. Esta es la mejor vía de suministrárselo, pues hay convincentes resultados que muestran que en esta forma hay mayor concentración sérica que cuando lo toman en cubetas o biberón. También esto ocurre cuando el calostro es suministrado **en presencia de su madre.**

Es generalmente conocida la importancia inmunológica del calostro, de ahí la necesidad del consumo de **grandes cantidades de calostro** en las primeras horas de vida.

Esta característica inmunológica enmascara un tanto su alto valor **nutritivo.** La inadecuada alimentación calostrál puede acarrear trastornos serios en el desarrollo del ternero y ser causa fundamental de la mortalidad.

La correlación de globulinas absorbidas e ingeridas es de $r = 0.62$. De ahí que con pequeñas cantidades de calostro se confiere inmunidad a ciertas enfermedades. La composición del calostro es superior a la de la leche pero va modificándose gradualmente por lo que la ingestión abundante y lo más rápido posible es el manejo más eficaz de periodo calostrual.

Cuadro 8. Composición comparativa del calostro (primeras 24 horas después del parto)/ 100 g.

	Calostro	Leche
Materia Seca %	24.0	13.0
Proteína %	7.4	3.6
Caseína	5.2	2.9
Globulinas	6.8	0.5
Lactosa	3.0	4.6
Lípidos	3.6	3.7
Cenizas	1.0	0.8

Las cantidades y forma de suministro del calostro son aspectos de suma importancia.

El suministro de calostro directamente de la madre ofrece ventajas con respecto al suministro en recipientes.

- Las ganancias de peso son superiores
- Mayor contenido de inmunoglobulinas

-Se logran mayores consumos hasta 10-12 litros al 4º día de lo que normalmente se brinda en cría artificial máximo 6 litros.

-El intervalo existente entre el nacimiento y la expulsión del meconio se reduce a 28 horas cuando maman que cuando se toma en cubos que puede ser hasta de 40 horas.

5.2. Sistemas De Alimentación.

5.2.1. Sistemas Naturales

Posterior al periodo calostrual los terneros pueden criarse de forma natural o de forma artificial:

- Natural: {
- Extensiva
 - Vacas nodrizas
 - Amamantamiento restringido
 - Manejo tradicional mejorado del sistema doble propósito.

Artificial: {
 - Leche entera
 - Sustitutos lácteos

Extensiva: Es usada sobre todo para el ganado de producción de carne y se considera que es ineficiente debido a que los incrementos de peso son muy bajos y el periodo de crianza se alarga encontrándose además índices de mortalidad altos que afectan los resultados económicos.

En este sistema el ternero permanece con la madre, amamantándose directamente lo que afecta el intervalo entre partos de las madres. La edad al destete es el factor más importante que actúa sobre el intervalo entre partos.

El peso al destete está en función de la cantidad de leche que produzcan las vacas, de ahí que existan marcadas diferencias entre razas y se recomienda el suministro de suplementos a las vacas en pastoreo aunque una producción muy alta puede provocar mastitis en las madres, pues el ternero no puede consumir toda la leche, sobre todo en la primera parte de la lactancia.

Si los pastos donde permanecen los terneros con sus madres tienen la calidad adecuada debido a insuficiencias en el riego y la fertilización se recomienda la suplementación sobre todo si las madre producen poca leche.

En este sistema los terneros son destetados después de los 4 meses de edad y se conoce que los destetados muy tardíamente muestran mejores resultados en la ceba.

Vacas nodrizas.

El amamantamiento múltiple se ha recomendado cuando se tiene vacas con mala configuración en la ubre, mal temperamento o susceptibilidad a mastitis aunque es posible usar vacas nodrizas durante la primera época de lactancia, llevándolas al ordeño después. Esto puede resolver situaciones tales como falta de obreros para la crianza artificial o para el ordeño.

Este sistema ha resultado ser 2.5 veces más económicos que la crianza artificial y ha dado resultados superiores en peso vivo en comparación con terneros criados con sustitutos lácteos, debido a que realizaron un mejor uso de la hierba.

En dependencia de la producción de leche de la vaca estos pueden criar hasta 6 terneros obteniéndose ganancias similares a las de otros sistemas de crianza.

Amamantamiento restringido.

En este sistema se conjuga el amamantamiento del ternero con el ordeño de la vaca, basándose esencialmente, en aprovechar la habilidad natural de los terneros para extraer la leche residual presente en la ubre después del ordeño, que puede ser de un 10 y 15 % de la producción total y tiene alrededor de 3 veces más grasa que la leche normal.

Con este sistema se ha encontrado que disminuye la mastitis en las vacas, no se afecta su comportamiento reproductivo y se ha incrementado la producción total de leche (ordeño + consumo) en un 30%.

En los hatos de ganado cruzado no seleccionado, con más del 50% de genes de tipo Indicus, siempre se presentan casos de animales que no bajan la leche sin el estímulo atribuido a la presencia de la cría. Es inconveniente ordeñar la vaca sin la presencia del ternero sólo cuando los costos de mano de obra altos exigen que las vacas se ordeñen con máquina en explotaciones que soportan un alto rendimiento de leche por trabajador. Tales sistemas de manejo no son apropiados en la mayoría de los países en vía de desarrollo donde el tamaño del hato oscila entre 1 y 5 animales, la mano de obra familiar es de fácil disponibilidad y por lo tanto el uso de la maquinaria representa un gasto innecesario.

La ventaja principal de combinar el ordeño con el amamantamiento restringido es que tanto la vaca como el ternero se benefician (ver cuadro 9).

Cuadro 9. Ventajas que brinda el amamantamiento restringido tanto a la vaca como al ternero.

*La proporción de la producción se ajusta con la demanda (aproximadamente 5 Kg de leche: 1 Kg de carne).

*Producción moderada de leche por lactancia (1500 kg): alto potencial de carne (1.2 kg/d) puede lograrse mediante el uso de alimentos y recursos genéticos disponibles.

*Manejo sencillo (ordeño una vez al día; estabulado en grupo de los terneros)

*Mejor salud del hato.

*Crecimiento más rápido y eficiente de los terneros.

Es conveniente que los terneros en Nicaragua obtengan su alimento a partir de los recursos de menor costo y mayor disponibilidad, como son pastos y residuos de cosecha. En tales circunstancias, el amamantamiento restringido es una estrategia que permite que el ternero consuma pequeñas cantidades de leche, las que sobrepasan completamente el rumen y además, son una combinación equilibrada de aminoácidos, glucosa y ácidos grasos de cadena larga. Así, la leche ingerida es el suplemento más indicado para complementar una dieta básica compuesta de residuos de cosecha, o pastos pobres en nitrógeno, la cual por sí sola no sostendría al animal. El costo actual de este suplemento vital es muy pequeño porque al ternero se le permite mamar solamente al final del ordeño. El amamantamiento restringido también parece estimular la vaca y puede incrementar la producción total de leche.

Aspectos teóricos del amamantamiento restringido.

La razón para la mejora en la producción láctea y el peso vivo de la vaca no está muy clara, a no ser que exista un aspecto que implique que la hembra se encuentra a gusto amamantando a su ternero, o que el equilibrio hormonal se modifique, de tal forma que la repartición de nutrientes entre la leche y ganancia de peso sea más eficiente. Es posible que la ineficiencia observada en vacas lecheras, debido al desconcierto que produce la separación del ternero, esté asociada con un incremento en la utilización de

glucosa en los tejidos, la que a su vez afectaría el equilibrio de los nutrientes disponibles para la producción de leche.

La mejora en la utilización alimenticia por parte del ternero, se puede explicar de acuerdo al equilibrio de nutrientes disponibles para éste en la leche.

Cuando el ternero succiona a la leche del pezón, con la cabeza vuelta hacia arriba, esta va directamente hacia el abomaso a través de la gotera esofágica, sin pasar por el rumen. Sin embargo, cuando la leche se toma de un balde casi no se activa la gotera esofágica, por lo que mucha cantidad de leche probablemente pasa al rumen.

El desarrollo del rumen en el ternero comienza inmediatamente después de que el animal consume alimentos secos y alcanza un desarrollo adecuado, con una digestión fermentativa activa alrededor de las 3-5 semanas de edad. Por lo tanto, la leche que entra al rumen se fermenta, creando potencialmente un ambiente ácido, retrasando el desarrollo ruminal.

La tasa de degradación de la proteína de la leche en el rumen no se conoce pero probablemente sea alta; la lactosa se fermentará rápida y totalmente; la grasa se hidrolizará a glicerol (el que es fermentado) y a ácidos de cadenas largas (AGCL) que permanecen sin cambios.

Manejo tradicional mejorado del sistema doble propósito.

Se divide en dos fases:

1ª Fase - va del nacimiento a los tres meses, en este período la vaca es sometida a dos ordeños; el de la mañana se hace a fondo (los cuatro cuartos) destinándose la leche a la venta, los terneros se alejan de las madres luego de consumir la leche residual, llevándose a potreros con buen pasto o suplementación; a las 12 horas se vuelven a reunir y el ternero hace el 2º ordeño a fondo, luego se separan.

Con esto se persigue forzar al ternero a complementar su ración con forraje.

2ª Fase comprende desde los 90 días hasta el destete y se denomina aparte, aquí el ternero solo consume la leche residual que fluctúa entre 24-28%.

Este método conlleva algunas ventajas entre las que tenemos:

- Rápido desarrollo del aparato digestivo.
- Rápido retorno al celo post-parto.
- Desarrollo normal en el crecimiento pre y post-destete.
- Mayor obtención de leche:
- Disminución de mortalidad neonatal.
- Mayor natalidad y reducción de IPP(intervalo entre partos)
- Mejor alimentación durante los primeros 90 días.
- Disminución del riesgo de mastitis por el ordeño a fondo

5.2.2. Sistemas Artificiales

Crianza artificial

La crianza artificial presupone el suministro de leche entera, lacto reemplazada, o sustitutos lecheros en cubetas o recipientes adecuados. La cantidad de leche total a suministrar durante la crianza depende del periodo de destete que se establezca, la ganancia diaria esperada, así como la disponibilidad y costo de los alimentos sólidos y de la leche. No obstante en los últimos años se observa una tendencia generalizada a reducir el suministro lácteo, por su costo, y por su demanda en la alimentación humana.

Los consumos diarios de leche en las primeras tres semanas estará en dependencia del peso del ternero, sobre todo cuando la leche sea el único alimento.

Cuadro 10. Requerimientos de leche entera (kg).

Ganancia Diaria (g)	Peso al nacer (kg)		
	27	36	45
0	2.2	2.7	3.3
227	2.9	3.5	4.1
454	3.7	4.3	4.8

La edad al destete está generalmente relacionada con la cantidad total de leche a suministrar. Los destetes se clasifican en :

- Precoz 3-8 semanas (21-56 días)
- Intermedio 9-13 semanas (63-91 días)
- Tardía +13 semanas (+91 días)

Los destetes tardíos no son actualmente muy empleados y solo se utilizan cuando no se cuenta con concentrados y/o alimentos voluminosos de calidad para enfrentar una alimentación postdestete.

Por su parte el destete precoz, puede ser empleado cuando se suministra un concentrado de muy alta calidad y alimentos voluminosos igualmente de muy buen valor nutritivo, capaces de sustituir los aportes del alimento lácteo.

Las investigaciones en este sentido se dirigen al menor consumo de leche, aunque incrementando la cantidad de las primeras semanas de vida y garantizar una adecuada alimentación con concentrados y alimentos voluminosos.

Empleo de alimentos sólidos

Los concentrados El empleo de concentrados debe verse en dos aspectos: calidad de los mismos y cantidad total.

Cuando se empleen destetes a edades muy tempranas (3-4 semanas) el concentrado debe ser de alta calidad, aproximadamente 21 % de PB y alrededor de 3Mcal/kg Ms

La cantidad a suministrar está en dependencia de la calidad del mismo, la ganancia diaria que se desea obtener, la edad del animal, la cantidad y calidad del pasto y/o forraje que se emplee. Independientemente de estos factores, el concentrado debe ser brindado a voluntad; hasta que los terneros alcancen 60-70kg de peso vivo; por su efecto sobre el desarrollo del rumen y se ha sugerido que para emplear satisfactoriamente el pasto como fundamental a edades y/o pesos posteriores es importante que los terneros alcancen un buen desarrollo durante los primeros meses de vida.

Las normas técnicas para cría de terneros y ganado en desarrollo vigentes en la actualidad sugieren las cantidades siguientes:

Etapa	Cantidad de Concentrado	Ganancia Diaria
0-30 d	0.15kg/d	300g
31-70d	0.68kg/d	500g
70-90d	1.59kg/d	500g
90-100d	2.04kg/d	500g

Se ha sugerido que cuando se cuenta con pasto de buena calidad, con solamente suministrar 1kg/d a partir de los 49 días se obtienen ganancias próximas a 500g diarios.

Cuadro 11 . Ganancias obtenidas por terneros en diferentes etapas al utilizar el pasto como única fuente alimenticia.

Etapa (semanas)	Ganancia Diaria (gr)
8-20 ó 24	700
16-20 ó 24	730
6-23	682
8-23	758
11-23	700
8-24	629
13-26	600
6-26	480
9-26	517
12-26	510
15-26	500

Al respecto de estos sistemas de alimentación, Herrera (1977) probó varios sistemas de alimentación relacionados con la edad de destete y comprobó que el sistema de alimentación en el que las terneras consumieron leche íntegra en cantidad de 3kg diariamente hasta el destete a la 4 semanas y concentrado ad-libitum a partir de la

NUTRICIÓN ANIMAL

primera semana y luego del destete hasta la semana 20 con un máximo de 2.7 kg, luego del destete heno de pasto estrella ad-libitum era el que brindaba mejores rendimientos carnicos y económicos.

Cuadro 12. Composición y costos del concentrado utilizado en el sistema de alimentación usado por Herrera, 1977.

Ingredientes	Concentrado (%)	Costo (US\$)
Maiz	10.0	0.86
Sorgo	28.5	2.16
Semolina	20.0	1.26
Melaza	10.0	0.15
Harina de Algodón	30.0	1.67
Harina de Hueso	0.5	0.04
Sal	0.5	0.02
Aurofac	0.5	0.36
Total	100.0	6.52

Cuando se habla de uso de concentrado se piensa solo en concentrado comercial, dejando de lado el uso de recursos locales que pueden ser utilizados para la alimentación selecta de terneros.

Castro y Mendieta (1998) probaron la inclusión de vaina de espino negro (64.81% de la ración) en dietas para terneras destetadas y obtuvieron ganancias de peso iguales a las que se obtuvieron con concentrado comercial (0.63kg).

Cuadra, Ibarra y Mendieta (1999) sustituyeron 50% de concentrado comercial por *Mucuna pruriens* en dietas para terneras lecheras destetadas, obteniendo con eso ganancias medias diarias similares(0.6kg) entre las que consumían solo concentrado y las que consumían la mezcla.

Empleo de pastos.

Al emplear el pasto como único alimento, o suplementado, el comportamiento de los animales está en dependencia de la calidad de los mismos. También la calidad determina la edad máxima en que un ternero puede ser alimentado con pasto exclusivamente.

En el siguiente cuadro se presentan diferentes resultados logrados al alimentar terneros a base de pastos, puede apreciarse el gran potencial de los pastos para la crianza y desarrollo de los terneros.

Cuadro 13. Alimentación De Terneros Con Diferentes Dietas

	T1	T2	T3
	Stylosanthen sin concentrado	Stylosanthen mas concentrado	Vaca con ternero al pie
Aumento de peso(gr)	543	763	527
Leche en Balde(gr)	4.73	4.71	3.86
Leche consumida	0.73	0.89	0.68

Entre los factores de la calidad que más importancia tienen en la utilización del pasto por los rumiantes jóvenes se encuentra la **Digestibilidad**, pues la misma afecta más el consumo en terneros que en rumiantes adultos.

Otro aspecto de importancia es la edad de introducción de los terneros en el pasto. En este sentido, los resultados hasta el momento no son uniformes, no obstante no es aconsejable llevar los terneros al pasto antes de los 30 días debido a la posibilidad de aumentar las dificultades por problemas de parasitismo y la inversión de desarrollar sistemas de pastoreo para animales muy jóvenes (que hacen un bajo consumo del mismo) económicamente no se justifica.

Heno y ensilado

Generalmente los terneros alcanzan mejores ganancias en pastoreo que consumiendo heno. No obstante el empleo preferente del mismo a edades tempranas se justifica debido a que con esta fuente de fibra podemos controlar de forma más eficiente los parásitos. Este alimento resulta también un elemento de importancia para el desarrollo del rumen.

El ensilado siempre ha dado peores resultados que el pasto y el heno en pruebas de alimentación con terneros debido fundamentalmente a un menor consumo.

Otros alimentos

La pulpa de cítricos deshidratada suplementada con heno, ha permitido un buen desarrollo en terneros destetados a las cinco semanas de edad, siendo el nivel de inclusión de pulpa alrededor del 68% de la MS.

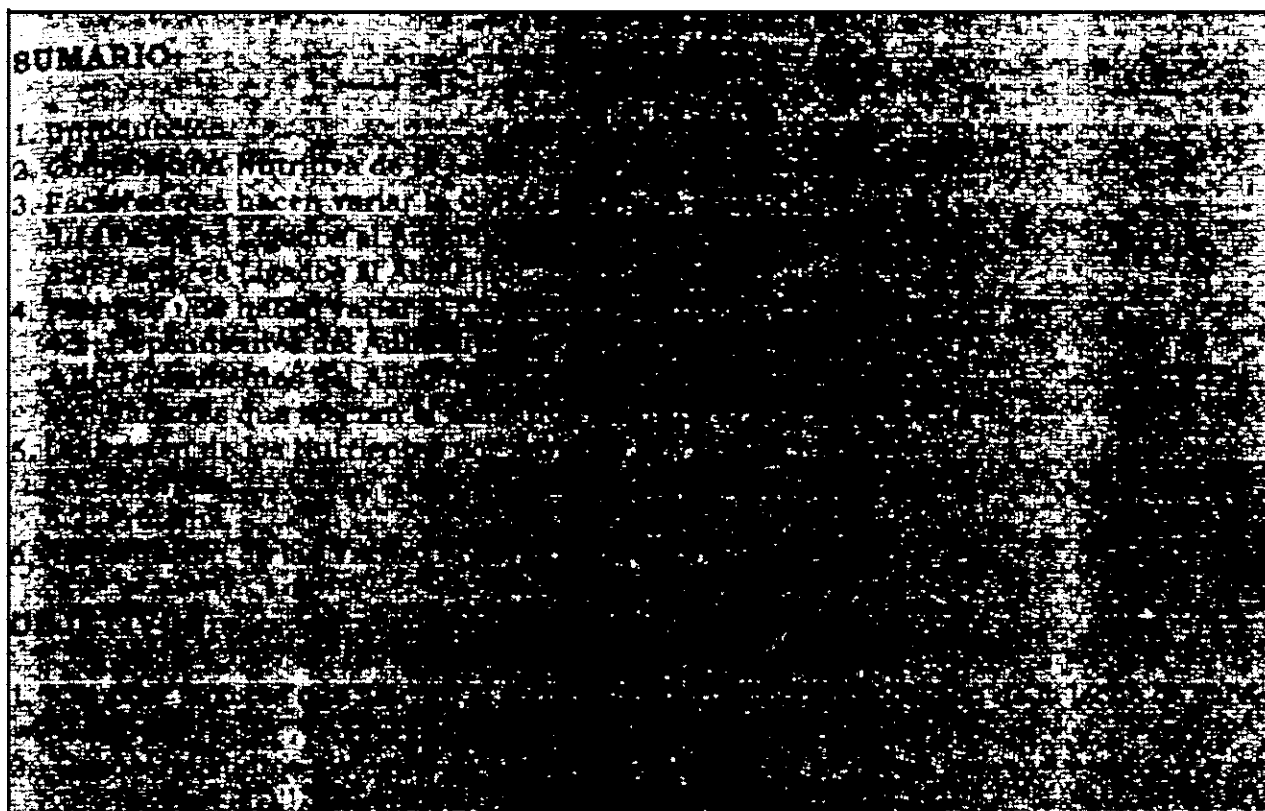
Ganancias de 0.78 y 0.80kg/d se reportaron cuando la pulpa de cítrico y la miel de cañero aportaron el 51 y 52% de TDN, en las raciones de cuatro grupos de terneros machos.

Cuando se ha comparado la miel final más un suplemento proteico con o sin urea a terneros sometidos a destete temprano (5 semanas) esta ha resultado inferior al maíz en término de consumo, ganancia de peso y eficiencia alimenticia.

En este sistema los mejores resultados se obtuvieron cuando los intervalos entre ordeños fueron 15 y 16 horas, los terneros amamantaron 2 veces al día a las vacas después del ordeño, durante 2 horas en cada ocasión. Estos parámetros pueden ajustarse dentro de ciertos límites.

CAPITULO 7

ALIMENTACIÓN DE LA VACA LECHERA



1. INTRODUCCIÓN

En el trópico Americano, el ganado lechero es mantenido en condiciones muy variadas, prevaleciendo prácticas de manejo, alimentación y control sanitario inadecuados, lo que resulta en bajos niveles de producción. Existe una marcada diferencia en la productividad de leche entre los países desarrollados y los países en desarrollo, así como también en el tipo de ganado existente.

Una decisión importante para tratar de solucionar este problema es la definición de los sistemas de producción para las regiones tropicales y, por lo tanto, la elección del tipo de animal, dado que existe gran interacción entre el genotipo y las otras variables del sistema, tales como el nivel de alimentación, manejo y sanidad.

En Nicaragua la generalidad de los productores lecheros realizan practicas pecuarias que difícilmente están encaminadas a obtener una máxima producción de leche a costos razonables, es así pues que en este capítulo se abordarán los temas correspondiente a la variable alimentación: con el fin de contribuir a la definición de un correcto sistema de producción de leche tropical.

2. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LA LECHE.

La leche es una emulsión de líquidos análoga al plasma sanguíneo, constituido de una solución de lactosa y minerales y una suspensión de partículas proteicas, con un aspecto blanco y opaco.

El olor de la leche es poco característico pero si la ración contiene compuestos aromaticos puede adquirir olores anormales. Su peso específico esta comprendido entre 1,028-1.034 disminuyendo cuando es rica en grasa.

La materia grasa de la leche está constituida de triglicéridos en un 98 ó 99%. Asociada con la grasa existe un complejo material liposoluble que incluye colesterol, fosfolípidos, caroteno xantofila y vitaminas liposolubles. La materia grasa de la leche de la vaca se caracteriza por una elevada proporción de ácidos grasos cortos menores de 12 átomos de carbono, además de tener ácidos grasos intermedios (C₁₄ - C₁₆) y mayores (C₁₈).

La composición de la materia grasa de la leche influye sobre sus cualidades físico-químicas. Esta aparece en forma de pequeños glóbulos de 1.6 a 10 micras de diámetro y a número de 1 a 10 millones/mm³. En todos los casos aparece rodeada por una membrana de naturaleza proteica y lipoproteica. Las cargas eléctricas localizadas en esta membrana impiden la aglutinación de los glóbulos y disminuye la subida hacia la parte superior del líquido.

De las proteínas la más importante es la caseína (fosfoproteína) que está presente en forma de pequeñas partículas de un diámetro de 80-120 micras y está formada por una mezcla de diferentes caseinas.

Los compuestos no proteicos de las materias nitrogenadas de la leche representan el 5% y son esencialmente producto del metabolismo de desecho. Otros compuestos como elementos minerales , enzimas vitaminas, pigmentos, y elementos biológicos como células y microbios son segregados en la leche.

COMPUESTOS PROTEICOS DE LA LECHE

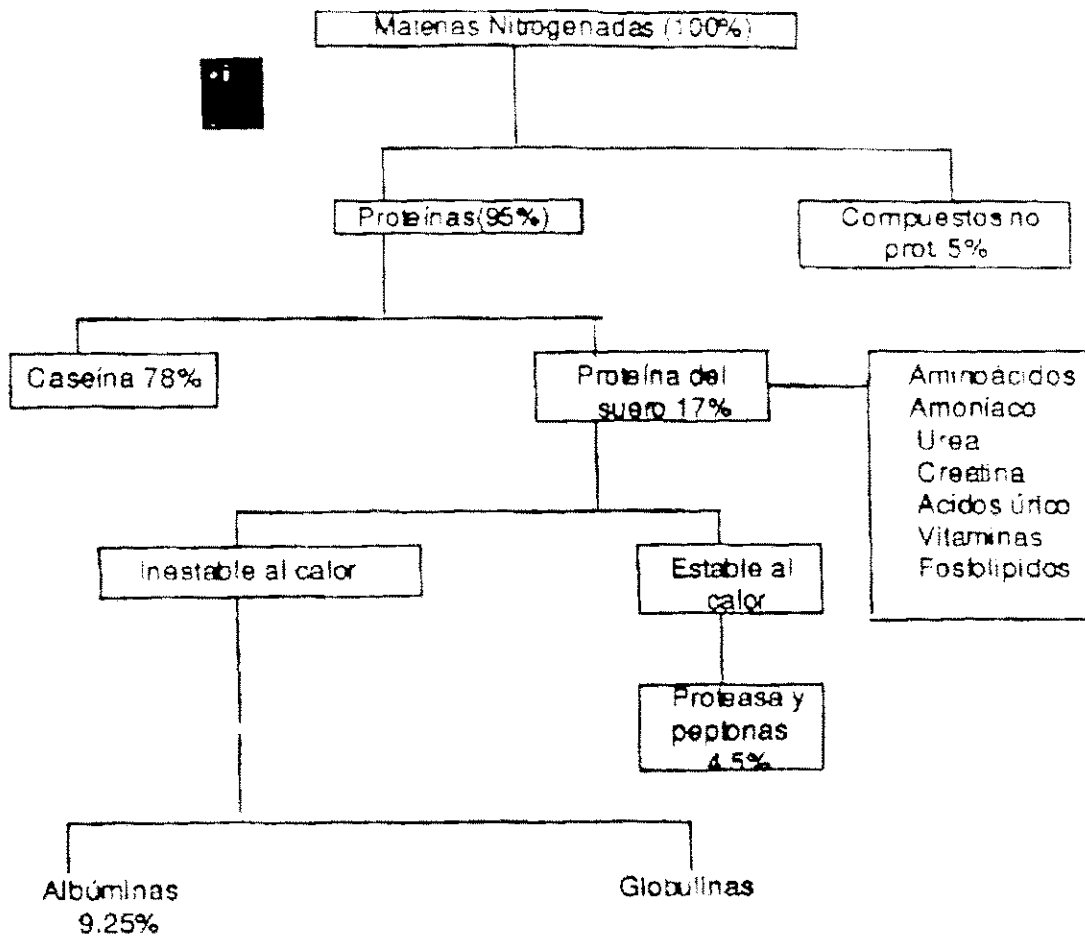


Figura 12 .Compuestos proteicos de la leche.

No todos los productos que constituye la leche se toman del plasma sanguíneo, sino que algunos de ellos son sintetizados por la glándula mamaria, como las proteínas, la lactosa y ciertas cantidades de ácidos grasos.

La glándula puede sintetizar aminoácidos no esenciales a partir de ácido acético y propiónico y la glucosa.

La síntesis de la lactosa en la glándula mamaria se realiza mediante la unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa, a través de un sistema enzimático que contiene la glándula mamaria.

El contenido de la leche en sustancias minerales difiere notablemente de las que se encuentran en la sangre, hay menos cloruro de sodio que en el plasma sanguíneo, pero más potasio, magnesio y calcio y fósforo. Esto prueba que el paso de las sustancias minerales en la leche se hace mediante mecanismos de absorción activa de las células glandulares de la mama.

Esta selectividad es una desventaja cuando actúa sobre elementos que sería deseable que se encontrarán en mayores cantidades en la leche, como son el cobre y el hierro, que aunque se eleve su nivel sanguíneo, no aumentan su concentración en la leche.

La secreción de la vitamina A y E en la leche dependerá de la alimentación, presentándose diferencias entre épocas del año.

El contenido de vitamina D dependerá de las condiciones de manejo, presentando la leche de las vacas en pastoreo más del doble que la leche de las vacas estabuladas. La secreción de las vitaminas del grupo B, así como la C y A serán independientes de la ración.

COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE LA VACA (POR LITRO).

Agua 875-865 g

Materia grasa 35-45 g
(Lípidos 25-42 g)

MS 125-135 g

Materias Nitrogenadas 33-36 g
(Caseína 26-29 g)
Glucosa 47-52 g
(Lactosa 47-50 g)

3. FACTORES QUE HACEN VARIAR LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE.

1) Ligados al animal

- Efectos genéticos.
- Edad del animal.
- Estado de lactación.
- Enfermedades.
- Manejo F.V.C.L.

1. Ligados al alimento
- Nivel de energía de la ración.
 - Relación concentrado forraje
 - Formas de presentar el alimento.
 - Nivel de grasa de la ración.
 - Utilización del N.N.P.
 - El pastoreo.

3.1. Factores Ligados Al Animal.

Efectos genéticos:

Se observan dos diferencias importantes en la composición de la leche entre diferentes razas lecheras y entre individuos de una misma raza de forma general y escalonadamente se observa entre individuos de una misma raza una disminución del tenor de grasa y materias nitrogenadas en la leche a medida que la producción de los animales aumenta.

La raza también ejerce un efecto marcado sobre los constituyentes de la leche principalmente sobre la grasa.

La heredabilidad del tenor de grasa y materia nitrogenada varía entre 0.45 y 0.75 y es de 0.50 para los sólidos no grasos.

Edad del animal.

La edad de la vaca tiene cierta influencia sobre la composición de la leche. Tanto el contenido de grasa como de los productos sólidos no grasos, tienden a disminuir a medida que la edad aumenta. Se ha planteado que el contenido de grasa, proteína y lactosa disminuyen aproximadamente en un 0,2% desde la primera a la novena lactación. Los mayores porcentajes de grasa en la leche se presentan en las primeras lactaciones.

Cuadro 14 . Porcentaje (%) de grasa y SNG de la leche a diferentes lactaciones.

Edad	% de grasa	% SNG	% total
1 lactación	4.07	8.77	12.84
2 lactación	4.14	8.66	12.8
3 lactación	4.05	8.59	12.64
4 lactación	4.02	8.57	12.59

Estado de lactación.

El estado de lactación es el factor de variación más importante en la composición de la leche.

En los primeros 6 ó 7 días de lactación (período calostrál), ocurren las mayores variaciones en la composición de la leche. La concentración de lactosa que inicialmente es baja se incrementa rápidamente y a los 6 días de lactación es el doble de los valores iniciales. Entre el primer y sexto día de la lactancia, el contenido de grasa y caseína disminuye alrededor de 0.7 y 1 unidades de %.

Después del periodo calostrál se observan dos fases durante la lactación en el curso de las 6 ó 7 primeras semanas de lactación a media que aumenta la producción de leche disminuye el % de grasa y materias nitrogenadas observándose un aumento de la secreción de los constituyentes sintetizados por la glándula mamaria (lactosa, caseína, ácidos grasos de cadenas cortas).

Una disminución de la secreción de los constituyentes tomados directamente de la sangre (globulinas y ácidos grasos de cadenas largas).

La caída de la grasa en este periodo está ligada a una disminución de la movilización de las reservas adiposas corporales en grandes cantidades después del parto.

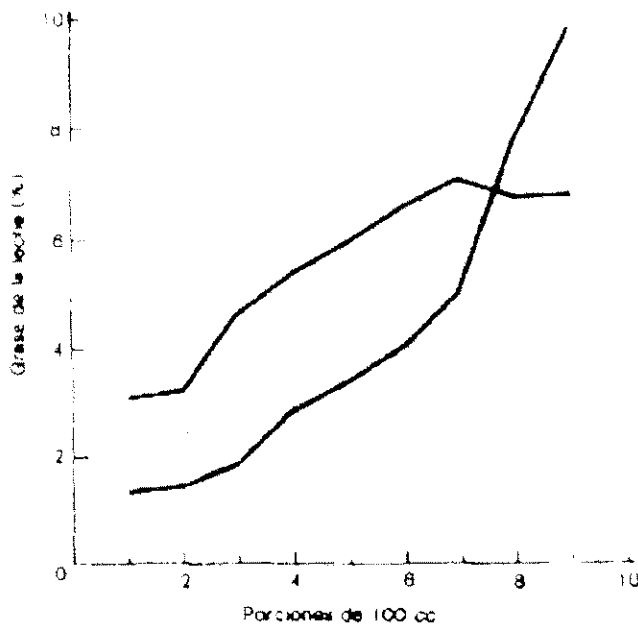


Figura 14 . Variación de la grasa en dependencia del ordeño

Con frecuencia el primer medio litro de leche obtenido suele contener como máximo 1% de grasa, en tanto el último medio litro puede llegar al 10-15%.

Cuando las vacas de elevada producción se ordeñan dos veces al día a intervalos diferentes (9-15 horas), el contenido en grasa es mucho mayor después del intervalo más corto.

3.2. Factores Ligados Al Alimento.

Nivel de energía de la ración.

A medida que el plano energético de la ración se incrementa, la producción de leche se incrementa hasta cierto nivel, donde la disminución de este incremento se asocia a los incrementos en la ganancia de peso vivo.

Los incrementos de los niveles de energía tienen poco efecto sobre el contenido de lactosa, sin embargo, una disminución de esta refleja una restricción de la energía.

El nivel de proteínas en la leche se incrementa cuando el nivel de energía aumenta, sin embargo, estos cambios son marcados a bajos niveles de energía que a niveles altos.

Los incrementos de los SNG con el aumento de la energía en la ración se deben principalmente al incremento de la caseína, lactoalbumina y B lacto globulina.

El contenido mineral de la leche también se puede incrementar.

Si se produce una sub-alimentación fuerte (25%) pero de una duración corta, se observa una disminución de la producción de leche, del % de materias nitrogenadas, pero la producción total de grasa producida presenta una variación irregular.

La disminución de las materias nitrogenadas resulta de un aporte insuficiente de energía.

La influencia de la sub-alimentación sobre la secreción de la grasa es más compleja, ella conlleva de una parte, una disminución de la secreción de los ácidos grasos de cadenas cortas ($C_4 - C_{12}$) e intermedios ($C_{14}-C_{16}$) y por otra parte un aumento de la secreción de los ácidos grasos de cadenas largas (C_{18}). Estos dos fenómenos se compensan y explican las débiles variaciones de la producción grasa. El incremento del % de grasa en estos casos se explica por la menor producción de leche.

El aumento de la secreción de los ácidos grasos largos esta ligada a la utilización de las reservas corporales que se traducen a un incremento de los ácidos grasos libres en la sangre provocados por la sub-alimentación. Si la sub-alimentación se prolonga se traduce en una disminución de la producción de leche y en % de las materias nitrogenadas especialmente caseína.

La acción sobre el % de grasa no es sistemático.

Relación concentrada / Forraje.

La relación concentrado-forraje ejerce un efecto marcado sobre los constituyentes de la leche y principalmente sobre el % de grasa.

A medida que se incrementan las cantidades de concentrado y disminuye el forraje, el % de grasa de la leche disminuye.

Esta repuesta de la composición de la leche a los cambios de la relación concentrado /forraje se deben a las diferentes cantidades de los productos finales de la digestión (ácidos acético, propiónico, butírico, y glucosa). Producidos en los diferentes niveles, así como los efectos que provocan estos productos sobre el metabolismo de la vaca.

Las dietas altas en concentrados (depresores del % de grasa) se caracterizan por disminuir la producción de acetato en el líquido del rumen e incrementar la de propiónico disminuyendo la relación acético/propiónico (C_2/C_3) la cuál tiene un gran efecto sobre el % de la grasa.

Para obtener un buen % de grasa en la leche (3.5-4.0%) es necesario que la ración tenga como mínimo un 15% de libra bruta siendo el óptimo 20%.

La adición de sales de bicarbonato de sodio u oxido de magnesio en las dietas altas en concentrados se ha utilizados con eficiencia para disminuir los efectos depresivos sobre el % de grasa que estas dietas producen.

Estas sales elevan el pH del rumen y hacen que se disminuya la cantidad de propionico producida y se eleven las cantidades de acético, ya que como es conocido los % molares de A.G.V. producidos en el rumen dependen del pH del mismo.

Las cantidades sugeridas de estas sales son un 1% de CO_3NH_4 ó 0.5% de OMg en las raciones altas en concentrados.

Sin embargo, sus efectos sobre la composición de la leche no están bien establecidos ya que los investigadores no han encontrado cambio en la composición de la leche al incrementar el % de urea en la ración y otros han reportado incremento de la proteína de la leche y disminución de la grasa, en otros casos se reporta disminución de la grasa solamente.

El Pastoreo:

El plano sub-óptimo de nutrición que por lo general ocurre cuando las vacas se alimentan solamente a base de pastos tropicales no solamente hace disminuir su producción de leche si no que también hacen variar la composición de la misma. Esto ocurre principalmente con las vacas de alto potencial y sobre todo en los primeros meses de lactación donde la deficiencia de nutrientes es más marcada y las vacas se ven obligadas a movilizar grandes cantidades de su reserva.

Por lo general cuando los pastos son de pobre calidad se observa un incremento en los % de grasa y una disminución de los SNG de la leche. Este incremento del % de grasa es debido al aumento de la cantidad de acético producido en el rumen, aun que tambien puede ser debido a un mayor aporte de C_{18} proveniente de la movilización de la grasa corporal.

Formas de presentar el alimento:

Los forrajes peletizados o en forma de harina provocan una disminución del % de grasa en la leche.

Esta disminución está ligada a la rumia y, por tanto, a la secreción salivar, bajando el PH del rumen y provocando procesos similares en la fermentación ruminal a los explicados en el caso de las raciones altas en concentrados.

Esta disminución en el % de grasa se puede acentuar si el forraje peletizado o la harina se le añade concentrado, a un nivel de 30% de la dieta.

Nivel de grasa en la ración.

La adición de grasa a las dietas trae como resultado un incremento en la cantidad de energía absorbida pudiéndose esperar no solo un incremento en la producción de leche, si no también cambios en los % de grasa de la leche.

Los aceites vegetales incrementan el % de grasa en la leche, pero la adición de cantidades pequeñas de aceites de pescado, y especialmente los de hígado de bacalao, en las dietas de vacas lecheras, reducen significativamente el % de grasa de la leche.

Nivel de proteínas.

Para un nivel dado de ingestión de energía si se incrementan los niveles de proteínas por encima de los estándares reconocidos se nota muy poco efecto sobre la producción de leche y su composición, sin embargo, hay un incremento del nitrógeno no proteico aunque por las pequeñas cantidades en que estos se encuentran los sólidos no grasos de la leche este último no se incrementa.

Utilización del N.N.P.

En los últimos años se ha venido incrementando el uso del N.N.P. en forma de urea, como reemplazo de parte de la proteína dietética, sin embargo, sus efectos sobre la composición de la leche no están bien establecidos ya que un grupo de investigadores no ha encontrado cambio de la composición de la leche al incrementar el % de urea de la ración y otros han reportado incrementos en la proteína de la leche y disminución de la grasa y en otros casos se reporta disminución de la grasa solamente.

Consumo voluntario de vacas lecheras.

La cantidad de nutrientes ingeridos por una vaca lechera, esta en función del consumo de materia seca y del contenido en nutrientes de dicho alimento. Es por eso que la cantidad de leche que puede dar una vaca siempre y cuando tenga potencial, dependerá en gran medida del consumo voluntario que haga de los alimentos que se le ofrezcan.

Son varios los factores que afectan el consumo voluntario de la vaca lechera entre ellos tenemos:

4. FACTORES QUE HACEN VARIAR EL CONSUMO VOLUNTARIO

- 1) Dependientes del animal.
 - Fase de lactación.
 - Nivel de producción.
 - La edad de la vaca.
 - Individualidad del animal.

- 2) Dependientes del alimento.
 - Concentración energética de la ración.
 - Digestibilidad del pasto.
 - El tenor de proteína de la ración.
 - Materia seca del alimento
 - La forma física de presentar el alimento.

- 3) Factores que afectan el c.v en pastoreo.
 - Palatabilidad de pastos.
 - Disponibilidad del pasto.
 - Carga y manejo.

4.1 Factores Dependientes Del Animal

Fase de lactación:

El consumo voluntario experimenta en las vacas lecheras grandes variaciones a través de su lactación. El c.v en las vacas es mínimo antes del parto incrementándose bruscamente después del mismo.

El momento en que se alcanza el máximo consumo voluntario después del parto; depende del régimen de alimentación; pero por lo general se alcanza entre el segundo y quinto mes de lactación, las variaciones están entre 15 y 50%.

El incremento rápido del apetito en las primeras horas del parto se debe al espacio que deja el feto en la cavidad abdominal, ocupando la panza un espacio mayor. Posteriormente el apetito aumenta de una forma progresiva y al parecer el déficit energético es una de las principales causas del incremento del apetito ya que por lo general las vacas incrementan su consumo hasta que se equilibra su déficit energético.

El consumo voluntario disminuye en el curso de la segunda mitad de la lactación, hasta un 17% en consumo de MS Este consumo sigue disminuyendo durante el periodo seco para llegar a un mínimo consumo antes del parto.

En general entre la mitad de la segunda lactación y el periodo seco de las vacas se encuentran una disminución del c.v. que oscila entre 32-40%.

La principal causa de esta disminución es debido a la reducción de la capacidad del rumen y del tracto gastrointestinal; al parecer asociados a cambios endocrinos relacionados con el cese de lactación.

Peso Vivo:

Las correlaciones encontradas entre el p.v y el c.v son muy variables ($r=0$ - $r=0.5$) debido principalmente a las cantidades de concentrado que las vacas lecheras reciben durante la lactación, ya que cuando las cantidades de concentrado son importantes el c.v se detiene antes de ocuparse la capacidad total del rumen.

Según Stone, Hunth y Journet (citados por Boada, 1984) por cada 100 kg p.v. las cantidades de MS ingeridas aumentan entre 0.8 y 1.2 kg como consecuencia de este débil incremento del consumo con el p.v. es más elevado para las vacas de menor peso.

Consumo de vacas lecheras con relación al peso vivo.

Peso vivo kg ----- consumo voluntario de MS en
base al p.v (%)

500 kg -----	2.48
600 kg -----	2.20
700 kg -----	2.00

Nivel de producción de leche:

La cantidad de MS ingerida aumenta a medida que las vacas tienen una producción de leche más elevada como consecuencia de su potencial genético encontrándose estas dos variables (c.v y nivel de producción de leche) muy estrechamente relacionadas ($r=0.73$ Journet 1969 citado por Boada, 1984).

Siendo posible calcular la concentración energética que debe tener la ración para un nivel de producción dado de forma que el c.v garantice la energía necesaria para dicha producción.

Cuadro 15. Concentración energética requerida en la ración según el nivel de leche producida .

Edad (años)	Concentración energética requerida (MS/kg)	Concentración energética requerida (MS/kg)
5	12.5	1.6
10	13.9	1.9
15	15.2	2.2
20	16.8	2.3
25	18.0	2.5
30	19.3	2.7
35	20.7	2.8

Edad de la vaca:

Si se tiene en cuenta que el incremento del peso del animal ocurre con la edad se debe esperar poco efecto sobre el cual de las vacas lecheras.

Se ha observado incremento de 1 kg de MS entre la 1ra y 2 da lactación y de 0.5 kg entre la 2da y 4ta. Además, se observó que el incremento del consumo de MS con la edad al principio de la lactación era más débil que los incrementos en la producción de leche.

Individualidad:

Se ha observado que el 50% de las diferencias en las cantidades de alimentos voluminosos ingeridos no pueden ser explicadas por los factores de variación tomados en cuenta como son p.v, edad, nivel de producción etapa de lactación, cantidad de alimento concentrado suministrado, lo cual hace suponer que los factores genéticos (individualidad) explican estas variaciones en gran parte.

Los coeficientes de repetibilidad del alimento ingerido muestran que existen diferencias marcadas de consumo, de naturaleza genética. Los coeficientes interlactación encontrados son (Journet 0.32, Matter 0.22 a 0.34 y Groy 0.32, citados por Boada, 1984) e intra-lactación ($r=0.55$ a 0.85 Matter y Stone, citados por Boada, 1984).

4.2. Factores Dependientes Del Alimento.

El alimento ejerce una marcada influencia en el consumo voluntario de las vacas lecheras. De las características del alimento su concentración energética es el principal factor que regula la ingestión de alimentos, aunque el % de proteína y materia seca, la forma de preparar el proceso de ensilajes y otros pueden producir también cambios apreciables en el consumo voluntario.

Concentración energética de la ración:

El c.v. tanto de MS como de energía se incrementa a medida que se incrementa la digestibilidad del alimento (concentración energética) hasta un punto donde a incrementos mayores de la digestibilidad hacen que el c.v de MS disminuya, mientras que el de energía se mantiene constante (ver figura 15).

Esta se debe a que cada uno de los estados fisiológicos determinados (lactación, gestación y engorde) así como el potencial genético tienden a mantener un nivel de energía máximo para la función que realicen y es por eso que cuando este punto se alcanza. La única forma de mantenerlo si se incrementa la concentración energética de la ración es disminuyendo su C.V.

Varios factores gobiernan el c.v de los rumiantes, entre estos tenemos:

- a) Factores de distensión: son aquellos que funcionan cuando el rumen ha llegado a su máxima capacidad.
- b) Factores quimiostáticos y termostáticos funcionan cuando el animal ha llegado a su máximo consumo de energía, pero el rumen no ha llegado a su máxima capacidad o bajo de terminadas condiciones como estrés al calor.

Cuando las raciones tienen un alto contenido energético los rumiantes cesan su consumo antes de llegar a la máxima capacidad del rumen. Este hecho indica que otros factores ajenos a la distensión del rumen son capaces de deprimir el consumo voluntario en los rumiantes. En efecto, los rumiantes poseen mecanismos semejantes al de los monogástricos para regular el consumo voluntario.

El ácido acético y el propiónico son importantes reguladores del apetito. El incremento de la concentración de ácido acético en el fluido del rumen disminuye el consumo y pequeñas cantidades de propiónico inyectado en las venas ruminales redujo también el consumo voluntario. El butirico tiene menos efecto que los ácidos anteriores sobre el consumo voluntario.

El pH ruminal interviene directamente en el control del consumo voluntario. La disminución del pH trae como consecuencia una disminución del consumo a causa del incremento de la absorción de AGV. La adición de álcalis en tales dietas aumenta el pH del rumen y los AGV se absorben en un periodo de tiempo más largo, incrementándose el consumo voluntario.

Raciones con alto contenido de pastos y forrajes.

Estos contienen baja concentración energética, sin embargo, la calidad de los mismos pueden hacer variar considerablemente su c.v.

Raciones con alto contenido de concentrado.

Cuando se incrementa la concentración energética de una ración basándose en pasto, forrajes o heno y alimentos concentrados, al aumentar la cantidad de alimento concentrado la materia seca total ingerida aumenta al principio, después se estabiliza y más tarde disminuye.

Dentro de la fase creciente de las cantidades ingeridas, cuando se incrementan las cantidades de alimento concentrado las cantidades de heno o hierba ingerida disminuyen en una cantidad menor que los incrementos de concentrado. Las cantidades en que disminuye el consumo voluntario de hierba son aproximadamente de 0.5 KG de MS por cada Kg de alimento concentrado, para una hierba de calidad media, para una hierba de calidad mala la digestibilidad es aproximadamente por debajo de 0.3 a 0.4 Kg de MS por kg de concentrado y se puede registrar una disminución mayor en el caso de hierbas de excelente calidad (0.6 -0.7 kg de hierba/KG de concentrado)

La disminución del consumo de pastos, heno o forrajes, al suministrar alimentos concentrados se debe a una disminución de la actividad de la flota celulolítica como consecuencia de una caída del pH provocada por la adición del concentrado.

Cuadro 16. Disminución del C.v de MS en vacas lecheras/kg de concentrado suministrado.

14	0.6
28	0.3
42	0.3
56	0.25

Las máximas cantidades de MS ingerida se alcanzan cuando la proporción de alimento concentrado en la ración total, se encuentra entre 50 - 70% dependiendo de la variación de la calidad del alimento base. Cuando los suministros de concentrados sobrepasan estas cantidades el consumo voluntario de MS disminuye.

DIGESTIBILIDAD DEL PASTO.

La digestibilidad de la MS es un buen indicador de su concentración energética.

La digestibilidad en los pastos y forrajes tropicales son generalmente bajas. Los pastos tropicales tienen como promedio 12.8 unidades (% digestibilidad menor que las hierbas de países templados.

La digestibilidad afecta directamente el CV de las hierbas de zonas templadas. sin embargo, en los pastos tropicales esta relación no siempre se cumple parcialmente, a los diferentes tiempos requeridos para la degradación en el rumen de estos materiales señalándose por varios autores que la velocidad con que la hierba es degradada en el rumen puede ser más importante en determinar el consumo voluntario que la digestibilidad del alimento en si. esto se explica ya que el consumo voluntario de las hierbas está determinado por la velocidad de pasaje y de desaparición de la materia seca en el rumen y si en dos hierbas que tengan igual digestibilidad pero una se degrada con mayor rapidez ésta permitirá un mayor consumo de alimento.

En términos medios el consumo voluntario de MS disminuye a medida que disminuye la digestibilidad en una misma especie.

Existe una variación considerable en el CV entre especies de pastos tropicales y en una misma especie.

Muchas de estas diferencias están asociadas a la digestibilidad, sin embargo, otras no, como es el caso de las variedades de *Panicum* que representan una gran variación en su consumo a igual digestibilidad. En este caso el % de hojas fue un factor importante en determinar el consumo voluntario aunque la causa principal debe ser una mayor velocidad de degradación en el rumen.

Las leguminosas promueven un consumo voluntarios mayor que las gramíneas inclusive cuando ambas tengan igual digestibilidad.

Estas diferencias del CV se atribuyen a una mayor tasa de degradación en el rumen de las leguminosas que de las gramíneas.

La mayor velocidad de digestión de las leguminosas puede ser atribuida a su tenor más elevado de materias nitrogenadas, o bien a una menor resistencia de sus paredes celulares al ataque de los MOS, lo cual es más probable ya que estas mismas diferencias en el CV se han reportado cuando el contenido de nitrógeno fue similar para gramíneas y leguminosas.

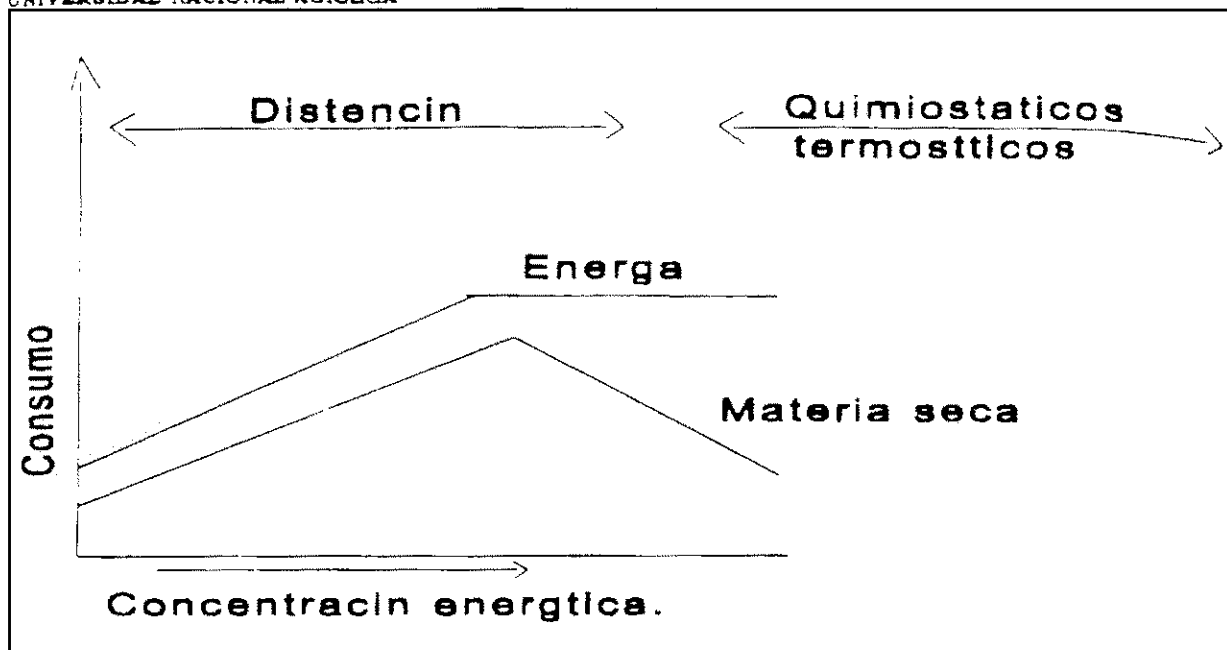


Figura 15. Factores que afectan el consumo voluntario

Contenido de proteína de la ración:

El Porcentaje de proteína de los pastos, forrajes, y henos, puede variar el c.v de la MS Los valores por debajo de los cuales se reduce el c.v en los pastos de países templados es de 8% de proteína en la MS mientras que en los países tropicales esta reducción del c.v se registra cuando el porcentaje de proteína cae por debajo de 6-7%. Esta reducción se debe a una disminución de la digestibilidad como consecuencia de una reducción de la flora microbiana debido a la reducción del N disponible.

Las evidencias existentes de muestran que los factores físicos, son importantes en la limitación del c.v en las dietas de ciertos alimentos voluminosos. Este factor opera a través de las limitaciones impuestas por la capacidad del retículo-rumen y del tiempo que el alimento permanezca en el rumen.

El tiempo que el alimento permanezca en el rumen puede ser mayor o menor debido a la eficiencia de uno o más de los siguientes procesos.

- a) Digestión microbiana.
- b) Mecanismos desintegración.
- c) Mecanismos propulsivos que transfieren la digesta a través del tracto digestivo.

Cuando los factores físicos operan limitando en el consumo, las señales de control de la cesación de comer presumiblemente parten de la distensión del retículo-rumen.

La digestibilidad del retículo rumen es presumiblemente responsable de las regulaciones del CV a corto plazo (día tras día) pero es posible que integre a un control físico a largo plazo que regule el balance de energía en los animales mayores. Ejemplo de esto lo constituye el incremento en el CV debido al mayor tamaño del rumen en vacas lactantes.

Los límites entre los cuales la regulación física ocurre no están claramente definida. En los animales adultos que se les ofrecen dietas de forrajes que contengan al menos 10% de proteína el control del consumo voluntario por los factores físicos parece que cesa alrededor de un rango de 65 a 70% de la digestibilidad del alimento.

El consumo voluntario de los pastos y forrajes o heno con bajo contenido de proteína es controlado por los factores físicos y especialmente por el grado de degradación de la digesta en el rumen y por algunos factores metabólicos provenientes del estado proteico del animal.

Formas físicas de presentar el alimento.

El picado modifica poco el c.v de los forrajes en general, sin embargo, el molido de los forrajes secos lo aumenta considerablemente. El suministro de forrajes deshidratados molidos y peletizados permiten incrementar aun más el consumo de alimentos.

El incremento del consumo con la reducción de la partícula se debe al aumento de la velocidad de pasaje del alimento a través del rumen, aunque el aumento de la densidad con el peletizaje puede ser de importancia.

Cuadro 17. Influencia en el Consumo Voluntario, de la presentación del alimento en Vacas lecheras.

Largo	14
Picado	16
Molido	19.9
Molido y peletizado	20.0

Contenido de Materia Seca del Alimento.

El tenor de **MS** del alimento puede variar considerablemente para las hierbas entre 12 a 30% y para los ensilados de 16 a 50%.

El contenido de agua de los alimentos es a veces el causante que la reducción del c.v, sin embargo, las causas que lo provocan no es igual para todos los alimentos.

La deshidratación de los forrajes que contienen un % de materia seca inferior al 40% puede incrementar el consumo de MS. Las causas que hacen disminuir el consumo de los pastos o forrajes con alto contenido de agua, es el espacio que ocupa el agua intracelular la cual reduce la capacidad del rumen.

Los bajos niveles de consumo de los ensilados con alto contenido de agua no son debido a un efecto propio del agua, sino a las fermentaciones que se producen en estos ensilajes se ha demostrado que la causa de este bajo consumo puede ser la alta concentración de A.G.V en el ensilaje o los productos de degradación de las proteínas.

4.3. Factores Que Afectan El Consumo Voluntario En Pastoreo.

Palatabilidad del pasto:

La palatabilidad del pasto esta dada por las características del mismo que hacen que los animales los prefieran unos más que otros cuando se les ofrecen simultáneamente.

Disponibilidad del pasto:


Cuando las vacas tienen plena disponibilidad del pasto, el consumo voluntario se incrementa. Esto es debido a que el animal puede hacer una gran selección y tomar las partes más digeribles.

Se ha reportado que el c.v no sufre mucha reducción cuando la disponibilidad disminuye desde 8,000 a 2,000 kg/MS/ha posiblemente por una modificación del habito de consumo. Ya que a medida que disminuye la altura de la hierba y posiblemente su densidad, el número de bocado por minuto aumenta aunque el bocado es menor.

Carga y manejo.

Al incrementar la carga animal, por lo general el consumo disminuye como consecuencia de una disminución de la disponibilidad de pasto por animal y, por tanto, menos oportunidad de seleccionar el pasto.

Cuadro 18. Efecto de la carga y el sistema de manejo sobre el consumo voluntario.



Pastoreo rotacional	2.34 (baja)	13.2
Pastoreo rotacional	2.94 (alta)	9.6
Pastoreo continuo	2.34 (baja)	12.8
Pastoreo continuo	2.94 (alta)	9.5

A su vez el manejo del pasto puede influir sobre los efectos que la carga tiene sobre la utilización del pasto, ya que con los sistemas rotacionales (pastoreo rotacional, franja, diferido etc.) se reduce las pérdidas de pasto por pisoteo, excretas, y orina, en comparación con los sistemas continuos o semi-continuos.

Conclusiones:

Los factores que afectan el c.v de las vacas lecheras dependen tanto del animal como del alimento.

Las vacas lecheras en su fase de lactación tienen un consumo variable, estas antes del parto es mínimo antes del parto y se incrementa bruscamente después del parto, debido al mayor espacio que ocupa el aparato digestivo.

Los factores de variación son de gran importancia pero estos, sin los factores genéticos de distensión, termostáticos y quimiostáticos.

El % de proteína de los alimentos puede variar el c.v de MS se considera que el trópico la reducción del c.v se registra cuando el % de proteína cae por debajo 6-7% en los pastos.

El contenido de agua de los alimentos es a veces el causante de la reducción del c.v, sin embargo, las causas que lo provocan no son iguales para todos los alimentos.

Los factores que afectan el c.v de las vacas en pastoreo son: palatabilidad del pasto, disponibilidad del pasto, carga y manejo.

5. UTILIZACIÓN DE LOS NUTRIENTES POR PARTE DE LA VACA LECHERA.

5.1. Energía.

Balance energético de la vaca lechera.

El balance energético de una vaca lechera esta dado por las diferencias entre el consumo de energía y las pérdidas de energía.

Una vaca con balance energético negativo elimina más energía que la que consume y la diferencia entre el consumo y el gasto esta dado por la energía que el animal moviliza de sus reservas corporales.

Si el balance es positivo las pérdidas de energía son menores que el consumo y la diferencia entre estas será la acumulación de energía que haga la vaca en su organismo en forma de grasa o proteína.

Las pérdidas de energía en las heces, orina y metano dependen del alimento mientras que las pérdidas de calor además de depender del tipo de alimento también está influenciada por el estado productivo del animal (lactación, seco, gestación).

Las desviaciones de los nutrientes hacia la producción de leche o ganancia de peso en la vaca está determinado por la alimentación (composición de la ración, nivel de la ración, forma de presentación), por su estado de lactación raza, potencial genético edad, enfermedades y manejo en general.

Alimentación.

El nivel de alimentación y la concentración energética de la ración son los principales factores de la alimentación que afectan el balance energético en las vacas lecheras. Otros factores como el procesamiento del alimento, el nivel de proteína en la dieta y la cantidad de NNP también pueden afectar el balance energético.

Al aumentar el nivel de alimentación aumenta las pérdidas (% de la energía ingerida) de la energía en las heces y disminuyen estas pérdidas en la orina y el metano. Si se utiliza una dieta de buena calidad aumentará el % de energía metabolizable de la ración. Si es rica en fibra el efecto será lo contrario.

Al aumentar la concentración energética disminuyen las pérdidas en las heces y la orina dependiendo las pérdidas del metano del nivel de alimentación utilizado, ya que a nivel de mantenimiento las pérdidas se incrementan con el nivel de alimentación, a 2 mantenimientos se incrementa muy poco y a 3 mantenimientos disminuye.

Las pérdidas de calor tienden a ser menores con el aumento del nivel de alimentación, mientras que con el aumento de la concentración energética de la ración tiende a incrementarse.

El efecto de la alimentación sobre la producción de leche o ganancia de peso es muy marcada. En términos generales las dietas con alto % de concentrados tienden a disminuir las pérdidas de peso al principio de la lactación e incrementar las ganancias posteriormente, mientras que las dietas con mayor % de forrajes incrementan las pérdidas de peso al inicio de la lactación.

Estado de lactación

Después del parto la vaca lechera tiene un balance energético negativo, debido a la movilización que hace de sus reservas corporales para la producción de leche y del cual se va recuperando poco a poco. El tiempo que la vaca está movilizándose sus reservas corporales es variable y depende del nivel nutricional al antes y después del parto de la edad y potencial lechera.

Las vacas por lo general durante la fase intermedia y final de la lactación ganan peso al igual que el periodo seco por lo tanto la disminución del nivel de alimentación en la etapa medida y final de la lactación no solo disminuye la energía segregada en la leche, si no que también reduce la deposición de grasa.

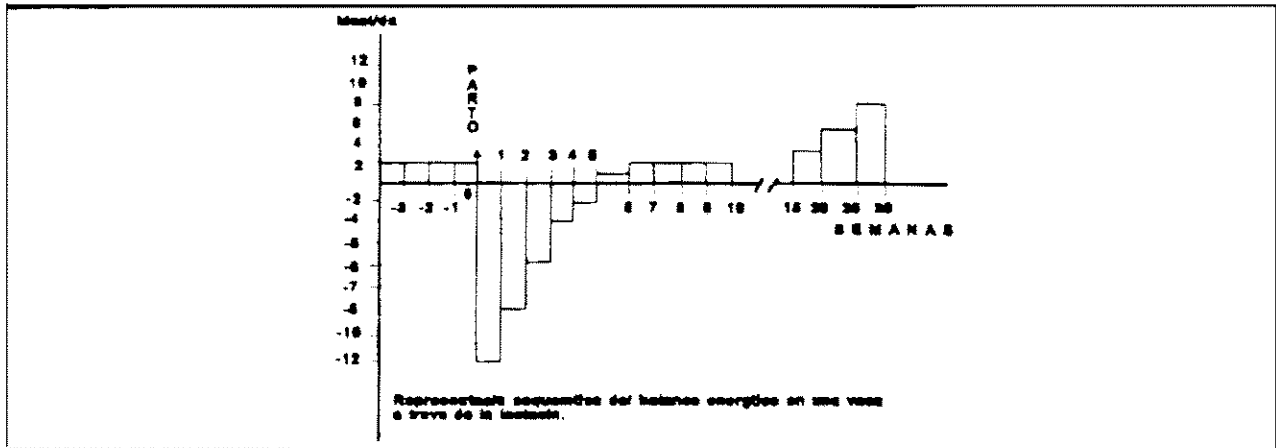


Figura 16. Balance energético de la vaca lechera

EDAD DE LA VACA.

Se nota que a medida que aumenta el número de lactaciones y, por tanto, el desarrollo corporal de la vaca, el tiempo que dura el desbalance energético y su magnitud en la vaca lechera se incrementa. Esto en parte es la causa del incremento de producción con el número de lactaciones.

También debe destacarse que en las vacas de varias lactaciones debe tenerse más cuidado con la alimentación al comienzo de la lactación, pues es más fácil provocar en estos animales una sub-alimentación.

Potencial genético.

Las vacas de alto potencial lechero tienden a desviar gran parte de los nutrientes consumidos hacia la producción de leche, así como a movilizar gran parte de sus reservas corporales para este fin. Este tipo de vacas mantiene un balance negativo de energía más prolongado y de mayor magnitud que las vacas de carne, o de bajo potencial lechero, las cuales priorizan la acumulación de energía en su organismo sobre la producción de leche.

Las vacas de alto potencial lechero también se caracterizan por acumular al final de la lactación grandes cantidades de energía en su organismo.

5.2. Proteína.

La proteína es el segundo nutriente en orden de importancia en la nutrición, por los incrementos en producción que se logran con el incremento de sus niveles en la dieta.

Una caída en la proteína dietética disminuye grandemente el crecimiento, la maduración y la producción de leche en el ganado lechero, y la gestación puede ser interrumpida si la deficiencia es severa. Los animales que consumen alimentos deficientes en proteínas pierden proteína de su organismo y disminuyen el consumo de tales dietas.

Un gran incremento de la proteína dietética nos trae incrementos en la producción de leche y aunque este nutriente no es tóxico suministrado en grandes cantidades esta es una práctica antieconómica.

6. ALIMENTACIÓN DE LAS VACAS LECHERAS EN PRODUCCIÓN.

Cuando las vacas lecheras son alimentadas deficientemente la producción disminuye y el estado de salud de los animales se resiente.

Los trastornos que originan una alimentación insuficiente o desequilibrada no aparecen de forma inmediata. En una primera fase los animales compensan las deficiencias nutritivas que padecen utilizando sustancias de reservas que tienen acumuladas en su organismo si la situación no se corrige, las vacas terminan por utilizar en partes otras sustancias corporales que resultan indispensables para ellas por ej: el propio tejido muscular o las sales minerales de su esqueleto. Como consecuencia de ello se presentan alteraciones en la reproducción esterilidad, disminución de la fecundidad, reabsorción embrionaria etc., adelgazamiento excesivo, cojeras, y otras enfermedades debidas a la desmineralización de los huesos. Todo ello pone de manifiesto la importancia que tiene el que las vacas lecheras reciban una ración adecuada a sus necesidades.

Para poder alimentar a las vacas que se encuentran en lactación es necesario conocer y tener en cuenta.

- 1) La producción de leche que da una vaca.
- 2) ~~Sus~~ **Sus** necesidades de mantenimiento.
- 3) Necesidades de gestación.
- 4) Necesidades de crecimiento si el animal se encuentra en estas fases.

En la práctica, no se raciona a cada vaca individualmente, por que esto requiere mucho tiempo y compucaria excesivamente la labor del ganadero; lo que se hace es establecer dentro de cada explotación varios lotes de vacas que dan aproximadamente la misma producción y que, por consiguiente, tienen unas necesidades nutritivas similares.

Los lotes se constituyen por:

1. Vacas de alta producción.
2. Vacas de media producción.
3. Vacas de baja producción.

Generalmente en las condiciones del trópico se utilizan como alimentos básicos pastos y forrajes, recibiendo la misma ración todos los animales.

Los alimentos voluminosos deben cubrir las necesidades de sostenimiento de los animales y, además, que proporcione las sustancias nutritivas necesarias para producir 5 o 6 litros de leche.

Estos deben contener una relación energía/proteína lo más equilibrada posible ya que esto simplifica el suministro de concentrados.

Las necesidades nutritivas que tienen los animales para producir los litros de leche que exceden de los que cubre la ración de alimentos voluminosos, deben ser satisfechas con alimentos concentrados (no necesariamente concentrados comerciales) a estas vacas se les debe proporcionar 0.5 kg de suplemento por cada litro de leche producido a partir de los 5 litros incluyendo este.

La producción de leche que dan los animales no es constante durante toda la lactación, va aumentando rápidamente desde que se inicia, después del parto hasta la 4ta a 5ta semana y luego disminuye progresivamente hasta que se efectuó el secado. Por esta razón la ración de concentrado debe ajustarse cada dos o tres semanas a la producción real que están dando los animales en cada momento.

En las primeras semanas conviene suministrar más alimento del que corresponde a la producción real de leche de esos días para que la vaca pueda alcanzar la máxima producción que es capaz de dar de acuerdo a su potencial genético.

Influencia del plano nutricional sobre la producción de leche

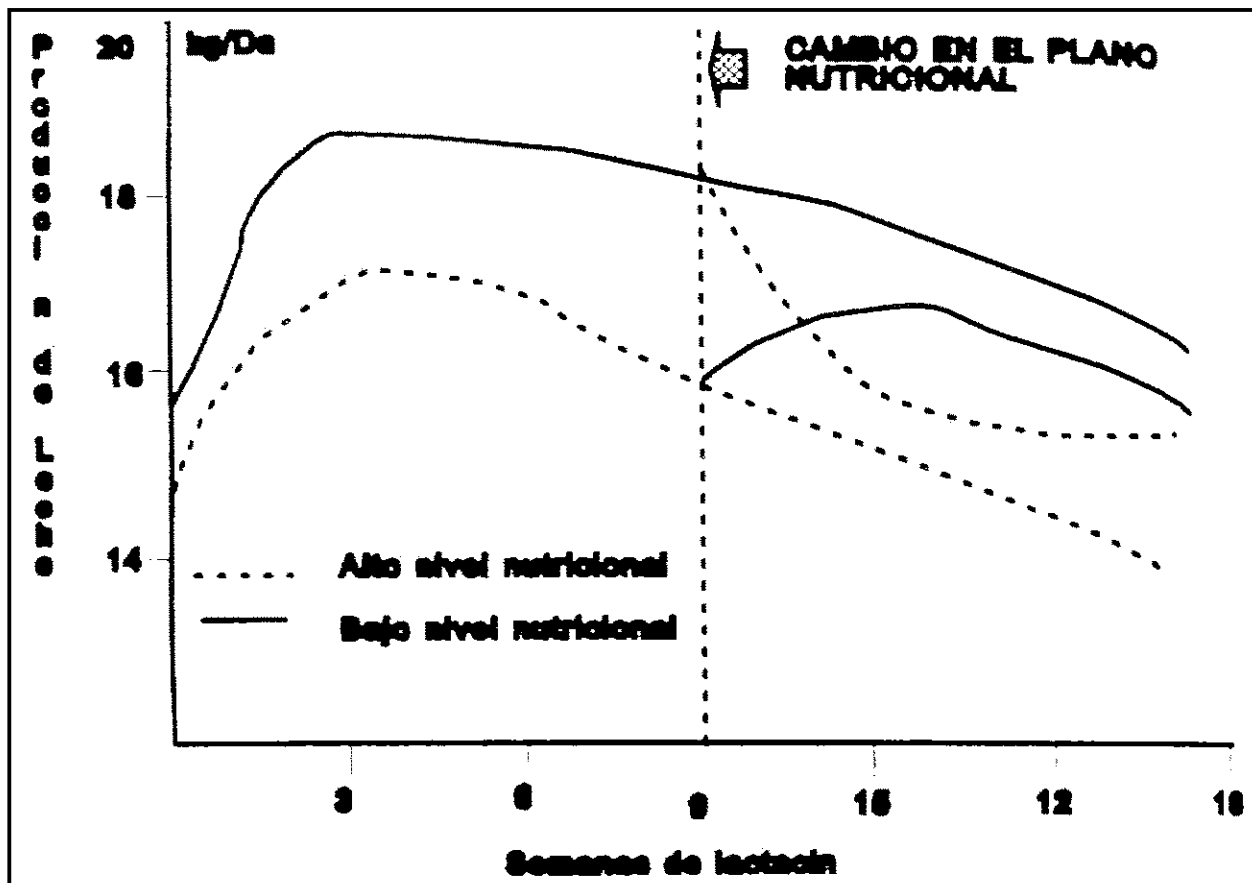
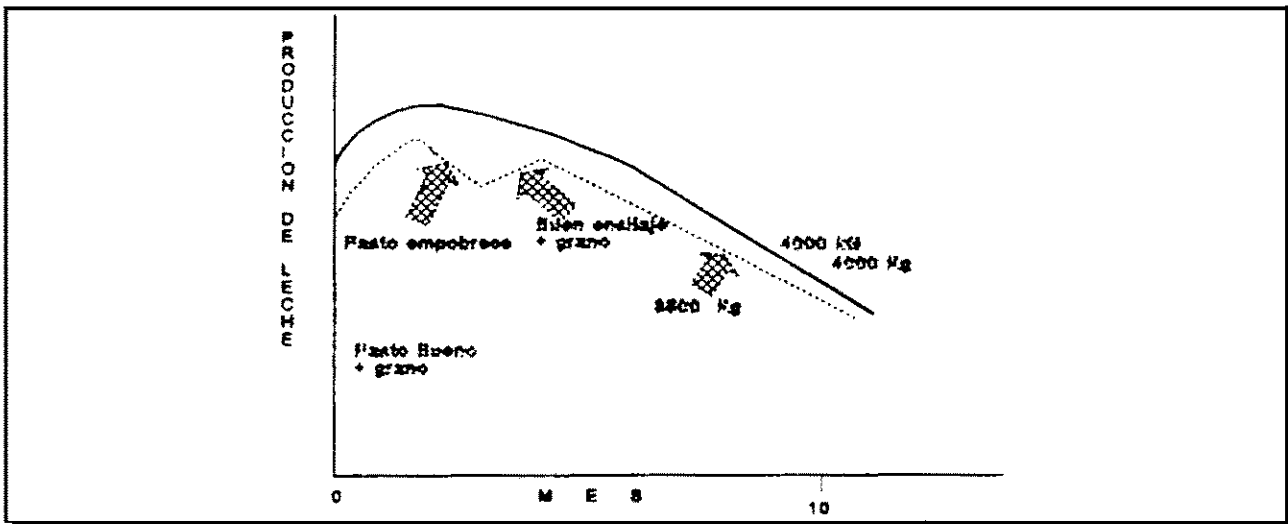
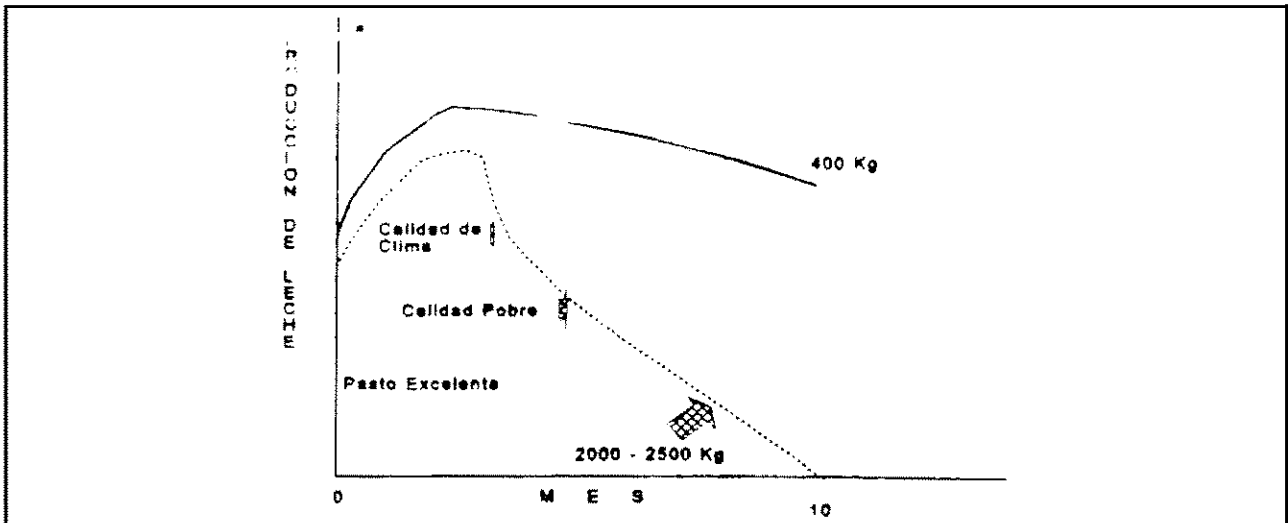
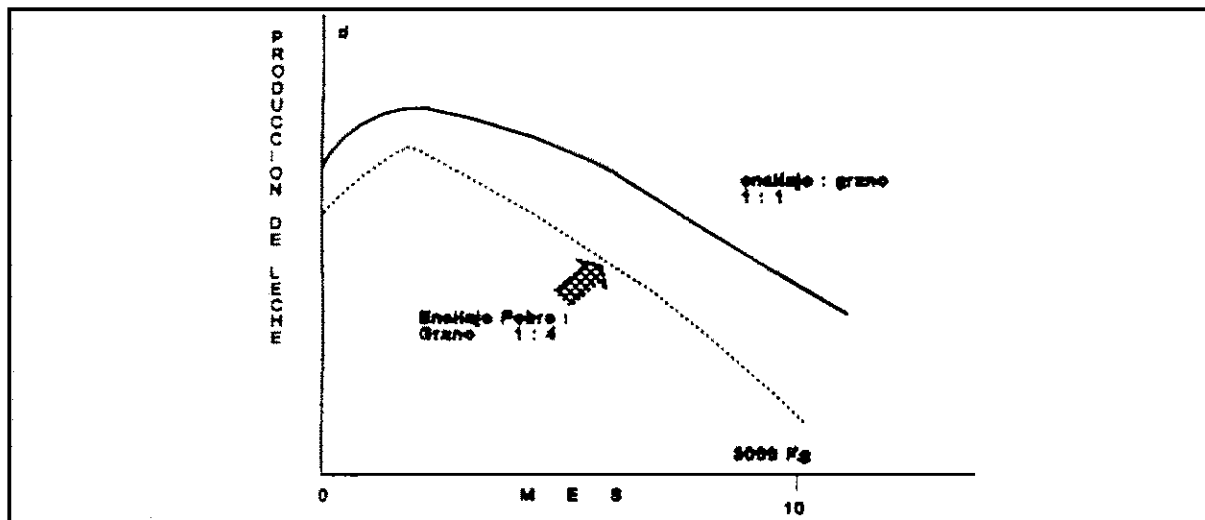
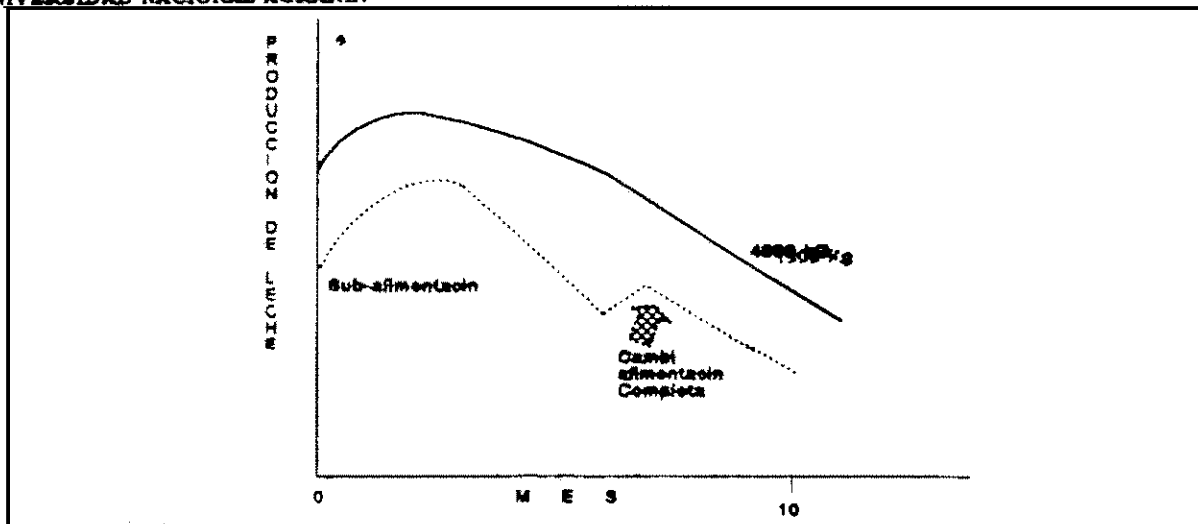


Figura 17. Plano nutricional y relación con producción de leche



Influencia del plano nutricional sobre la producción de leche al comienzo de la lactación:



Sistemas de alimentación para la producción de leche.

Cuando discutimos los procesos de explotación lechera en el trópico, establecemos dos grandes grupos correspondientes al proceso de explotación extensiva o de pastoreo y al proceso de explotación lechera en estabulación o régimen intensivo. En la explotación extensiva o pastoreo, la alimentación es natural. En la explotación intensiva, la alimentación está condicionada por el hombre.

Los sistemas de alimentación son muy variados no obstante para facilitar su estudio los podemos dividir en dos grandes sistemas.

- a) Sistemas de alimentación a base de pasto y forrajes
- b) Sistema de alimentación a base de concentrados

En los sistemas basados en pastos no se excluye la utilización de otras fuentes de alimentos, como son los concentrados, mieles, residuos de la industria alimenticia. Pero por lo menos el 60% de los nutrientes debe ser aportado por los pastos, forrajes o sus formas de preservados.

Un sistema a base de concentrado se caracteriza por que más del 40% de los requerimientos de los animales se complementan con dietas a base de concentrados como son los cereales, mieles y fuentes proteicas.

Tanto el sistema de alimentación como los resultados que él se obtenga estarán influidos por las condiciones económicas bajo las cuales se desarrolla de explotación por el potencial lechero de los animales, así como de la formación técnica que se disponga y de su utilización.

No obstante, cualquier sistema de alimentación que se utilice debe tratar de combinar los alimentos disponibles de forma tal que los animales tengan garantizada una alimentación anual lo más estable posible; ya que según Carmi (1998) cuando hay un balance de ración, la producción puede aumentarse de 0.75 a 6 litros, comparado con una situación en la que las dietas estén fuera de los estándares aceptables; así como garantizar un suministro de nutrientes. No olvidando el aspecto económico.

Los principales factores que van a integrar un sistema de alimentación a base de pastos son:

- a) Cantidad de pasto o forraje que se puede producir anualmente y la distribución de esta producción a través del año.
- b) La cantidad de estos pastos y forrajes.
- c) La utilización y el manejo a que sean sometido.
- d) La utilización de los alimentos preservados.

Principales limitaciones de los pastos tropicales.

Uno de los principales factores de los cuales va a depender el sistema de alimentación de las vacas lecheras y de la ganadería en general, es la cantidad de pastos y forrajes que se produzcan en el medio donde se desarrolla la explotación así como la distribución anual de este rendimiento. Este factor unido con la calidad del pasto producido es la clave

fundamental del sistema y el punto de partida para elaborar los planes de alimentación: **bajos estos sistemas.**

En pastos naturales, la principal limitante es el bajo contenido en proteína bruta, aunque si se utilizan fertilizaciones adecuadas y utilizados a edades jóvenes estos son capaces de suministrar al animal cantidades suficientes de proteínas, minerales, vitaminas mientras que el principal factor que limita la producción de leche con estas condiciones es la cantidad de energía que los animales pueden consumir de estos pastos.

Suplementación: Justificación y Definición.

La alimentación suplementaria de los animales en pastoreo es una de las alternativas que el productor puede usar para resolver la problemática planteada por las limitaciones de pasto para la producción de leche.

Esta alternativa le permite al productor mejorar el consumo de nutrientes por sus animales en situaciones en que la calidad del pasto es inefectivo para lograr un nivel dado de producción por lo tanto la suplementación se usa para promover la lactancia, mejorar la tasa de reproducción, la tasa de crecimiento de los animales jóvenes, la efectividad de la suplementación se debe basar en un análisis de rentabilidad y este a su vez, será dependiente del marco y restricciones económicas de cada lugar.

Consecuentemente la alimentación suplementaria de animales en pastoreo puede ser aquella que se ofrece en la estación seca en Respuesta a un faltante de pasto ó aquella que se ofrece en la época de lluvia pero que busca subsanar una deficiencia nutricional específica.

Muchos productores pecuarios aún conscientes de la necesidad de suplir en época de escasez, no lo hacen por factores meramente económicos, el uso o no de suplementos concentrados estará de acuerdo al valor que pagan las plantas procesadoras por un litro de leche y su relación con el precio de un kilo de suplemento. Por ejemplo, si las plantas están pagando C\$ 9.50 por galón de leche, esto quiere decir que el litro vale C\$ 2.50, si un quintal de concentrado lechero al 18% de proteína cuesta C\$ 85, esto quiere decir que un kilo tiene un precio de C\$ 1.87, en este caso entonces el valor del litro de leche es superior al del concentrado por lo que vale la pena su uso.

Los tipos de suplemento son:

- a) Suplementos energéticos.
- b) Suplementos proteicos.
- c) Suplementos minerales.
- d) Suplementos voluminosos.

Como ejemplo de los suplementos energéticos tenemos en la actualidad el uso de caña de azúcar como forraje en época seca que puede sostener producciones de leche de hasta 9 litros de leche.

Los suplementos minerales son en la mayoría de los casos, suplementos que corrigen deficiencias nutricionales resultantes de deficiencias del suelo una vez que se identifica una deficiencia mineral su corrección es muy sencilla y trae resultados excelentes. En el trópico latinoamericano una deficiencia muy común es la del fósforo cuya corrección es más efectiva y rápida por medio de suplementos ricos en p que por medio de aplicaciones de P_2O_5 al pasto. Por tanto, cuando no conocemos el nivel mineral de la unidad de producción ganadera, lo mejor es asegurarse que el hato este diariamente suplido de mezclas de los minerales esenciales (Ca, P, Mg, K, Na, Cl, S, I, Fe, Cu, Co).

Los suplementos voluminosos serían aquellos que se preverían a los animales en casos de obvia declinación en la biomasa presente en el pasto, (estación seca, o lluviosa) o en casos de sistemas de semiestabulación, mediante la cual se busca una intensificación del uso del pasto (alta carga).

Los suplementos voluminosos son alimentos que tienen bajo contenido de EM (<2 Mcal/kg MS), bajo contenido de proteína bruta (< 8 %) y alto nivel de fibra (>60 % pared celular).

Estos incluirían residuos de cultivos, henos, ensilajes, y forraje de corte.

Los suplementos proteicos comprenderían alimentos con más de 20 % de P.B) en este grupo se comprendía las tortas de oleaginosas, gallinaza, forrajes de yuca harina de origen animal y las fuentes de nitrógeno no proteico.

Aunque normalmente se piensa en concentrados comerciales cuando se habla de suplementos proteicos, esto no necesariamente es cierto, en los siguientes cuadros se puede apreciar el efecto de la asociación de leguminosas sobre la producción de leche, así como el efecto de distintas fuentes de proteína.

Cuadro 19. Producción de leche(kg/vaca/d) de vacas bajo dos niveles de suplementación con concentrado, pasto *B. decumbens* sola y asociada con *A. Pintoi*

Suplementación	<i>B. decumbens</i> sola	B + A	Diferencia %
Alto ¹	11	12.02	9
Bajo ²	8.3	9.3	11

1.- Proporción 3:1, kg de leche: Kg de concentrado

2.-Suplementación con 1 kg de concentrado/vaca/día

Cuadro 20. Consumo y producción de leche según fuente proteica en vacas dobl. propósito y especializadas.

Fuente proteica	Doble propósito		Especializadas	
	Cons. MS	Prod. Leche	Cons. MS	Prod Leche
Pollinaza	8.9	6.6	10.4	9.6
Stylosanthes	10.9	5.6	7.9	7.7
Centrosema	10.0	5.8	7.0	8.6

Rocha y Mendieta (1998) evaluaron el uso de follaje de marango en vacas lecheras y observaron que la proporción consumida de marango muestra un buen grado de aceptación por parte de los animales, sin que se haya observado ningún efecto de tipo tóxico o factor que limite el consumo a niveles de 0.1, 0.2 y 0.3% de Peso Vivo. A esos niveles se obtuvieron, en verano, los siguientes resultados:

Grupo de Vacas		Niveles De Marango			Promedio de Grupo	
		0.0	0.1	0.2	0.3	
Lact. Avanzada	5.0	5.4	5.1	5.5		5.266
Lact. Temprana	5.2	5.4	5.1	5.7		5.410
Promedio		5.1	5.4	5.1	5.7	

En la práctica es difícil distinguir las deficiencias proteicas de las energéticas del ganado en pastoreo.

La razón de ello es que si ocurre un consumo deficitario de nitrógeno, entonces la actividad microbiana se reducirá, la tasa de digestión en el rumen disminuye y esto causará una reducción del consumo. El efecto final es una deficiencia creada de energía para el animal. Esta es la situación que se puede presentar si el nivel de nitrógeno en el forraje es menor a 1.0% de la MS

Nivel de suplementación:

La cantidad de suplementos que se ofrece a vacas lactantes es altamente variable. En general existe una tendencia a usar altos niveles de suplementos para vacas de razas europeas, o con alto grado de encaste y muy bajos niveles o nada, cuando se trata de animales criollos o cruces, especialmente en explotaciones de doble propósitos. Los resultados también son variables y estos dependen de la cantidad de suplementos, de la naturaleza de este de la capacidad genética del animal para responder a un mejoramiento de su nutrición, de la carga animal etc.

Una vez determinada la necesidad de suplementar el hato debemos conocer algunos valores que nos permitan calcular los niveles de suplementos que debemos ofrecer para satisfacer las demandas nutricionales de los animales.

Debemos conocer:

- a) Los valores energéticos y proteicos de los pastos y suplementos.
- b) Los requerimientos energéticos y proteicos de los animales.
- c) Nivel de consumo actual de la dieta basal.

Preguntas de Reparo

- 1.- Defina usted leche.
- 2.- Mencione y explique cuales son los factores que hacen variar la composición de la leche.
- 3.- Explique usted el que considera más importante de los factores que hacen variar la composición de la leche.
- 4.- Mencione y explique cuales son los factores que hacen variar el consumo voluntario de la vaca lechera.
- 5.- Describa cuales son los grupos de suplementos que se usan en alimentación de vacas lecheras.
- 6.- Describa brevemente cuales alimentos utilizaría usted para alimentar una vaca lechera de alta producción en época seca.

Bibliografía.

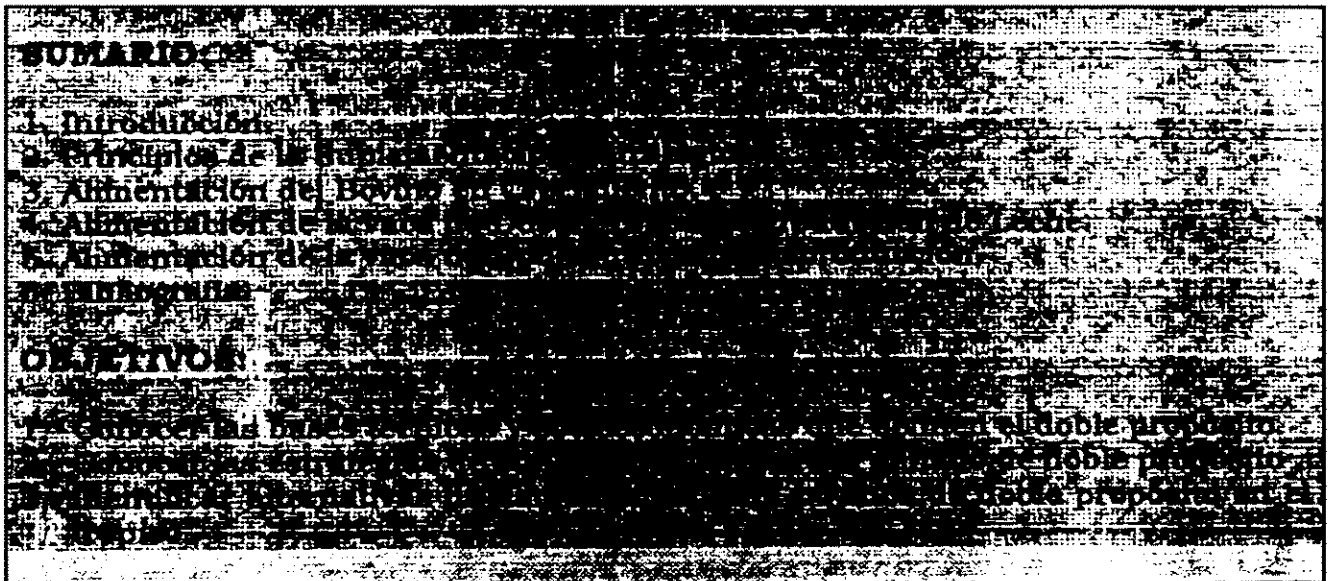
- Boada,A.1984. Manual de nutrición animal II. ISCAH
- Carmi, S. 1998. Producción intensiva de leche en el trópico. 1er simposium-feria sobre producción y sanidad animal. Nicaragua.
- Correa, F; Dearriba, J. 1988. Morfofisiología de la glándula mamaria bovina. ISCAB.
- Cordero.M.1998. Alimentación de vacas lecheras. Revista Pecuaria de Nicaragua.
- De Sa.V.1967.Lechería Tropical. Habana.
- Facultad de Ciencia Animal. Conferencias de Nutrición Animal II.
- Martin.P.1981. Metodología del balance alimentario y formulario de raciones para

El ganado bovino en Nicaragua. MIDINRA

- Rocha, L; Mendieta, B. 1998. Efecto de la suplementación con follaje de Marango (Moringa oleifera) sobre la producción de leche en vacas en pastoreo. UNA. Nicaragua.
- Romero, F; González, J. 1997. Efecto de diferentes fuentes proteicas sobre la producción de leche de vacas alimentadas con raciones a bases de caña de azúcar. Tropileche, Hoja 4. Marzo 1998.
- Romero, F; González, J. 1998. Produciendo más leche mediante pasturas asociadas con Arachis pintoi. Tropileche, Hoja 4, marzo 1998.
- Teodoro, R; Matos, A. 1992. Cruzamiento de bovinos para la producción de leche y carne. FAO.

CAPITULO 8

ALIMENTACION DE GANADO DE DOBLE PROPÓSITO.



1. INTRODUCCIÓN

La suplementación en bovinos de doble propósito tiene la finalidad de cubrir deficiencias nutricionales del alimento base, lo cual implica como paso inicial identificar las deficiencias para proceder luego a establecer el tipo de suplemento a utilizar, el nivel requerido y su estrategia de suministro. Las deficiencias de nutrientes se definen como la diferencia entre las necesidades del animal y los aportes del alimento consumido, por lo cual hay que establecer inicialmente las características del animal y del alimento base en estos sistemas de producción.

Las características de los sistemas de doble propósito en el Trópico Americano han sido descritas en muchos trabajos .

La producción promedio de leche vendible es de 4.0 kg/d, con un rango de 2.8 a 6.5 kg/d, las ganancias de peso tienen un valor promedio de 0.37 kg/d, ganancias relativamente bajas que se reflejan en las avanzadas edades al primer parto, con valores promedios de 37 meses, y los prolongados períodos en alcanzar el peso de sacrificio en machos.

La base de la alimentación está constituida por pastos y una alta proporción de fincas utiliza especies cultivadas de origen africano, el valor nutritivo de estos pastos ha sido evaluado en diversas pruebas de digestibilidad, en los que esta varía de 55 a 60% y los contenidos de proteína varían entre 6 y 9%.

* Seré y Vaccaro, 1985 y Vaccaro 1989

2. PRINCIPIOS DE LA SUPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA.

La amplia experiencia acumulada en los países templados por más de un siglo ha permitido la elaboración de normas de alimentación ajustadas a sus sistemas de alimentación. Sin embargo, su validez en nuestras condiciones ha sido cuestionada y se ha propuesto como alternativa basar las recomendaciones en un enfoque distinto, con tres objetivos:

- Utilizar los recursos disponibles en la localidad e identificar sus restricciones nutricionales.
- Optimizar la actividad de los microorganismos del rumen para maximizar la síntesis de proteína microbiana, la utilización del alimento base y el consumo.
- Proveer los nutrientes que complementen los productos finales de la digestión en función del requerimiento de los animales.

En otras palabras, se debe cubrir las deficiencias de nutrientes de los microorganismos del rumen y las deficiencias del bovino. En algunos aspectos se ha generado suficiente información, lo cual ha permitido elaborar recomendaciones prácticas de suplementación para sistemas basándose en recursos agrícolas fibrosos, principalmente pajas de cereales. Sin embargo, esas recomendaciones no son necesariamente aplicables a nuestros sistemas de alimentación basados fundamentalmente en pastos. Los alimentos fibrosos para los cuales se han desarrollado esas recomendaciones tienen menos de 55% de digestibilidad y menos de 8% de proteína bruta.

La generación de información sobre pajas de cereales ha sido favorecida por la presencia de subproductos similares en países templados, no ocurriendo lo mismo con los pastos tropicales. Por otra parte, un esfuerzo desproporcionado de la investigación en nutrición en América Latina se ha dirigido a razas europeas de leche por lo cual hay un gran vacío en aspectos relativos a la influencia de la suplementación sobre la producción de leche y eficiencia reproductiva en bovinos de doble propósito. La poca información sobre alimentación aplicada obliga a especular en ocasiones acerca del tipo de suplementación requerida, sobre la base de los principios básicos de la suplementación estratégica.

Producciones sostenibles sobre la base de los recursos disponibles en la región.

Las producciones sostenibles por los pastos tropicales dependen de su ingestibilidad y valor nutritivo. Los requerimientos para la producción de leche aumentan con el nivel de producción y el consumo aumenta también, pero a una tasa inferior. Un análisis sencillo con los valores de los requerimientos de las normas de NRC(1988) permite estimar producciones teóricas de 5 y 7 kg./d para pastos con 55 - 60 % de digestibilidad de la MS, asumiendo que no hay limitaciones físicas para su ingestión. La información experimental con vacas lecheras en pastoreo en condiciones tropicales coincide con las producciones teóricas anteriores. En consecuencia, las producciones de leche señaladas para los sistemas de doble propósito pueden ser sustentadas por tropicales bien manejados. -

En épocas críticas, sin embargo, la disponibilidad de pasto disminuye decrece la oportunidad de selección y baja la calidad del alimento consumido. Los residuos de la cosecha utilizados en esta época son generalmente de una calidad inferior, y los ensilados de sorgo y maíz sostienen producciones similares a las de un forraje de calidad intermedia, unos 7 kg./d. Los ensilados de pastos tropicales sostienen producciones más bajas aún.

En el caso de animales en crecimiento, se ha señalado que aun con pasturas nativas bien manejadas se pueden obtener ganancias máximas que varían entre 0.5 y 1.27 kg./d.

3. ALIMENTACION DEL BOVINO EN CRECIMIENTO

El sistema de alimentación más usual en rebaños de doble propósito es el amamantamiento restringido, y las caídas en las tasas de ganancia más notorias son luego del destete. Durante esta fase fisiológica, el animal no produce beneficios inmediatos al productor, por lo cual es habitual relegarlos a los peores potreros de la unidad de producción; esto, sumado a la supresión de la leche y al estrés producido por la separación de la madre origina la disminución de las tasas de crecimiento. Sin embargo, los requerimientos proteicos continúan siendo altos y las respuestas productivas a los suplementos nitrogenados pueden ser apreciables.

Bloques multinutricionales.

Las escasas experiencias realizadas en el trópico latinoamericano con bloques multinutricionales como vehículo de urea y otras fuentes de nitrógeno, demuestran que su efecto es variable en función de la dieta basal ofrecida, cuando se ofreció bloques a animales consumiendo pasto estrella de mediana calidad (7.4 % de PB) estos consumieron en promedio 0.28 kg./d del mismo y tuvieron ganancias medias alrededor de los 0.2 -0.28 Kg., mientras que cuando se ofreció animales consumiendo rastrojos de sorgo, el consumo fue casi el mismo (0.29 kg.) pero las ganancias medias diarias oscilaron entre 0.97 y 1 kg./d, las altas ganancias en este último caso pueden deberse a la presencia de crecimiento compensatorio.

Otro factor a considerar es la oferta de pasto u otro alimento fibroso al ofrecer bloques u otra fuente nitrogenada, así como la composición de los bloques y la ubicación de estos en los potreros.

Leguminosas arbustivas

El uso de leguminosas arbustivas es otra práctica que se ha venido introduciendo en América Latina desde hace algunos años. Las experiencias con *Leucaena* son las más abundantes, otra planta que ha sido objeto de interés en años recientes es la *Gliricidia sepium*, leguminosa que tiene rendimientos comparables a los de la *leucaena* y es ampliamente utilizada como cerca viva en explotaciones de doble propósito, lo cual podría facilitar su uso en explotaciones comerciales.

Es importante resaltar los resultados de Arredondo, quien comparó la suplementación con bloque y *Gliricidia* en animales pastoreando estrella y donde

las respuestas a esta última fueron superiores. Estas mejoras pueden ser atribuidas, además de su alto contenido de N degradable de lenta liberación, a su alta digestibilidad, suministro de otros compuestos nitrogenados que pueden estar en deficiencia (peptidos y aminoácidos), suministro de azufre y otros minerales, y de nutrientes sobrepasantes al rumen.

Proteína sobrepasante.

Los requerimientos de proteína en esta fase de crecimiento temprano usualmente no pueden ser cubiertos por proteína de origen microbiano, por lo cual hay respuesta en las ganancias de peso al ofrecer fuentes de proteína sobrepasante

Crecimiento compensatorio.

La mayoría de los trabajos de suplementación realizados con animales en crecimiento presentan los efectos de las prácticas evaluadas. No obstante, cuando la suplementación se realiza durante un corto periodo, por ejemplo, después del destete o durante algunos meses de la estación seca, las ventajas de los animales suplementados sobre aquellos no suplementados su puede reducir apreciablemente, por efecto del mayor crecimiento compensatorio en los últimos. Este es un factor que usualmente no es considerado en los experimentos por las limitaciones de tiempo y recursos en la conducción de este tipo de estudios.

4. ALIMENTACIÓN DE LA VACA DE DOBLE PROPÓSITO: PRODUCCIÓN DE LECHE.

Concentrados Energéticos

Los bajos requerimientos de estos animales pueden ser satisfechos por un pasto de regular calidad. Sin embargo, es frecuente observar en explotaciones típicas de doble propósito, con bajos niveles de producción, el empleo de concentrados comerciales o harinas de cereales en pequeñas cantidades (1 a 2 kg/día). Algunas experiencias realizadas en la región ofreciendo suplementos concentrados en vacas de bajo nivel de producción, fueron revisadas por Capriles (1982) y Martínez y Delgado (1982). En ellas se demuestra que las respuestas inmediatas son bajas; no obstante, en su mayoría han sido de corta duración y el efecto residual puede aumentar los efectos del suplemento sobre la producción de leche o tener una influencia benéfica sobre la eficiencia reproductiva, aspecto que se cubrirá posteriormente.

Además, en el ámbito de las explotaciones comerciales es frecuente observar un manejo inadecuado del pastizal, lo cual, sumado a los déficits o excesos de agua en los potreros, origina variaciones en la disponibilidad y calidad del pasto; esto puede llegar a limitar su consumo. Con estas condiciones, una oferta restringida de concentrado puede atenuar las fluctuaciones en la producción de leche. Los niveles de concentrado utilizados son relativamente bajos, inferiores al 20 por ciento de la dieta; estos niveles no deben afectar negativamente la utilización del pasto.

La melaza es otra fuente energética que se utiliza como suplemento, pero sus respuestas en producción de leche son inferiores a los concentrados a base de cereales. Quizá ello es consecuencia de la fermentación butírica característica de estas fuentes.

Bloques Multinutricionales

En los últimos años se ha introducido esta tecnología en muchas explotaciones de la región y su rápida adopción ha coincidido con el incremento en el precio de los concentrados, originado en parte por la eliminación de los subsidios en muchos países como consecuencia de la crisis económica del área. Sin embargo, esta práctica ha sido poco evaluada experimentalmente y su uso puede no justificarse donde la calidad del pasto es adecuada.

En el Cuadro 21 se presentan algunos resultados y en ellos se puede observar que los incrementos en producción de leche son relativamente bajos. En la literatura revisada no se encontraron experiencias con bloques en animales que consumían rastrojos de cereales o silajes, y es lógico esperar respuestas en estas dietas bajas de N similares a las obtenidas en los países asiáticos.

Cuadro 21. Influencia de los bloques multinutricionales sobre el comportamiento productivo de vacas de doble propósito a pastoreo

Referencia y Tratamiento	Consumo (kg)	Grasa (%)	Variación de Peso (kg/día)
Becerra y David (1991)			
T1: Pastos pará y pangola	4,2	-----	0,05
T2: T1 + bloque 3h/día	4,4	-----	0,42
-			
Sx	0,61		0,19NS
Rojas et al. (1992)			
T1: Brachiaria brizanta	2,8		-0,21
T2: T1 + bloque a voluntad	3,1		-0,03
-			0,089NS
Sx	0,10		

* p < 0,10

Leguminosas Arbustivas

Los resultados de algunas experiencias realizadas con leucaena, gliciridia y gandul se presentan en el Cuadro 22. Los niveles de producción son más elevados que los considerados en este trabajo y, sin embargo, las respuestas a la leguminosa son bajas, entre 0,4 y 1,7 kg/día de incremento en la producción, por lo cual se espera menores incrementos en las vacas de menor producción. La respuesta debe ser mayor en materiales de menor calidad e inferior concentración de N, pero de nuevo se debe generar la información sobre este aspecto. No obstante, estos alimentos pueden representar un papel importante sustituyendo

total o parcialmente al concentrado en aquellas fincas que lo utilizan, como se puede observar en los resultados de Arredondo (Cuadro 22). Las leguminosas arbustivas, además de las ventajas nutricionales, con un manejo adecuado mantienen la producción de follaje durante parte del periodo seco.

Cuadro 22. Suplementación con leguminosas arbustivas en vacas de doble propósito en pastoreo

Referencia y Tratamiento			Variación de Peso (Kg/día)
MEDIANA PRODUCCION			
Flores-Ramos (1979)			
Rodes	9,6	4,9	---
R+2 kg/día leucaena	10,3	4,9	---
R+4 kg/día leucaena	10,3	4,9	---
-			
Sx	0,10**	0,06NS	
Saucede et al. (1980)			
Bermuda (B)	9,2	---	0,10
B + leucaena 6 h/día	10,8	---	0,24
-			
Sx	0,28**		0,035**
Rosales et al. (1982)			
Pará (P)	10,0	---	---
P + Cajanus cajan	10,4	---	---
BAJA PRODUCCION			
Arredondo y Combellas (1982b)			0,83
T1:Estrella(E) + gliricidia	5,1	3,2	0,72
T2:E + 1,3 kg/día concentrado	5,3	3,3	0,85
T3:T1 + T2	5,3	3,3	
-			
Sx	0,13	0,11NS	0,065NS

** p < 0.01

Proteína Sobrepasante

En el Cuadro 23 se resumen los resultados obtenidos con vacas de mediana a baja producción en un conjunto de experiencias realizadas utilizando proteína sobrepasante en el Trópico Americano.

Cuadro 23. Influencia de la proteína sobrepasante en vacas de doble propósito.

	Producción de leche (kg/día)	Variación de peso (kg/día)
MEDIANA PRODUCCIÓN		
Salinas y Figueroa (1972) - Silaje + Pastoreo	8,7	0,0
Sin suplemento	10,0	0,14
225 g/día harina de pescado (hp)	9,8	0,29
Ugarte et al. (1978) - Silaje + Pastoreo:		
Concentrado	9,1	-0,06
Concentrado + hp	8,3	-0,38
Delgado y Combellas (1989) - Silaje de maíz:		
Bajo concentrado con urea	7,0	-0,16
Bajo concentrado con hp	7,4	-0,11
Alto concentrado con urea	8,6	0,08
Alto concentrado con hp	9,6	0,29
García et al. (1980) - Forraje de corte:		
Bajo concentrado	6,5	-0,28
Bajo concentrado + hp	6,8	-0,26
Alto concentrado	8,7	0,12
Alto concentrado + hp	8,8	0,57
Castillo et al. (1980) - Pastoreo:		
Concentrado con cannavalia (cc)	8,6	---
Cc+ urea y formaldehido	9,0	---
Cc + hp	8,4	---
Pérez (1990) - Forraje fresco:		
Concentrado	9,4	-0,34
Concentrado + hp	10,1	-0,50
Aparicio (1982) - Forraje fresco		
Torta ajonjolí (TA)	11,1	-0,05
Ta con formaldehido (TAF)	12,1	0,03
TAF + urea	11,1	-0,14
TAF + hp	12,0	0,38
BAJA PRODUCCION		
Seijas y Combellas (1992b) - Pastoreo:		
Concentrado (1,6kg/día)	4,0	0,18
Concentrado con hp (1,7 kg/día)	4,1	0,37
Anzola et al. (1980) - Pastoreo:		
Sin suplemento	3,0	-0,12
Melaza - urea (MU) + pulidura arroz		
(1kg/día MU)	4,5	-0,30
MU + harina de algodón (ha) (0,5kg/día, ha)	4,8	-0,06
MU + ha (1,0kg/día, ha)	4,1	-0,03

su parte, Anzola et al. (1990) observaron un efecto positivo a niveles de suplementación con melaza-urea sobre ambos parámetros durante la seca y el comienzo de la estación lluviosa. Anteriormente se señaló menores tasas de concepción ocurren en la estación seca, por lo cual se esperaba respuestas a la suplementación en esta época. En cambio, los autores no observaron respuestas adicionales en el porcentaje de preñez el nivel de suplementación con harina de algodón, fuente de sobrepasante (Cuadro 25).

Martínez et al. (1991) tampoco observaron mejoras en la reproducción al adicionar harina de pescado a vacas suplementadas con 2kg/día de concentrado y pastoreando rastrojos de maíz y sorgo durante la estación seca.

6. CONCLUSIONES

Los animales de doble propósito en crecimiento post-destete o en lactancia tienen requerimientos de energía y proteína relativamente moderados para alcanzar niveles productivos aceptables, que pueden ser cubiertos por pastos tropicales bien manejados. Sin embargo, en situaciones donde la calidad del pasto y otro alimento fibroso disminuye pueden originarse deficiencias de nutrientes que deben ser satisfechas mediante una suplementación apropiada.

En años recientes se han difundido tres tecnologías con esta finalidad: los bloques multinutricionales, el uso de fuentes de proteína sobrepasan las leguminosas arbustivas. El uso de bloques y fuentes de proteína sobrepasante ha tenido un impacto notable en otras regiones en los sistemas de producción basados en pajas de cereales; mientras que en nuestras condiciones, donde la alimentación se basa en forrajes de mejor calidad, la respuesta a los suplementos ha sido menor. En animales post-destete la respuesta a la función de las deficiencias de proteína de la dieta, pero son en general similares a las obtenidas con suplementos convencionales a base de concentrado energético. La suplementación con follaje de leguminosas tiene un efecto mejorador sobre la calidad energética y proteica de la dieta y a bajos niveles de suplementación apreciablemente las ganancias de peso de estos animales.

El uso de suplementos estratégicos en vacas de baja producción ha sido evaluado en América Latina y generalmente se ha hecho en experimentos de corta duración: en ellos se ha observado un efecto pequeño sobre la producción de leche y las ganancias de peso. Los requerimientos proteicos son relativamente más bajos que los de los animales post-destete y posiblemente las deficiencias de este nutriente en las dietas evaluadas son pequeñas. Sin embargo, se debe generar más información sobre la suplementación estratégica en las situaciones críticas y en experimentos de larga duración.

BIBLIOGRAFIA.

- Anzola, H; Martínez, G; Hernández, T y Huertas, H. 1990. Strategic supplementation of by-pass protein and fat to dual-purpose cattle in the Colombian tropics during the dry season. LRRD.
- Aparicio, R. 1992. Utilización de proteínas protegidas y de baja degradabilidad en combinación con nitrógeno no proteico en la suplementación de vacas lecheras. Venezuela.
- Arredondo, B y Combellas, J. 1992. Influencia de la *Gliricidia sepium* y de los bloques multinutricionales sobre las ganancias de peso en becerros portdestete a pastoreo. Venezuela.
- Becerra, J y David, A. 1991. Variación del peso vivo y de la producción láctea de vacas mestizas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) suplementadas con bloques de urea-melaza durante la estación lluviosa. LRRD.
- Capriles, M. 1982. Sistemas de producción de leche y carne para los llanos occidentales venezolanos. Venezuela.
- Castillo, J; González, R y Rojas, D. 1990. Uso de cannavaia tratada en la alimentación del ganado mestizo lechero. Venezuela.
- Combellas, J y Mata, D. 1992. Suplementación estratégica en bovinos de doble propósito. Venezuela.
- Delgado, L y Combellas, J. 1989. Suplementación nitrogenada del ensilaje de maíz en raciones para vacas lecheras. Venezuela.
- Eldon, J. 1988. The post-partum reproductive performance of the Iceland dairy cow. Sweden.
- FAO. 1992. Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano.
- Flores-Ramos, J. 1979. *Leucaena leucocephala* para la producción de leche; efecto de la suplementación con leucaena en vacas pastoreando. PAT.
- García et al. 1990. Efecto de la suplementación con harina de pescado sobre la producción y composición de la leche en vacas. Venezuela.
- Martínez, R y Delgado, A. 1982. Sistemas de producción de leche y carne con uso intensivo de pastizales en Cuba.
- Menendez, et al. 1978. Comportamiento de la vaca Cebú en Cuba.
- Morales, et al. 1976. Resultados de los servicios de inseminación artificial en hembras bovinas y en relación con el medio en Cuba.

- NRC. 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. USA
- Ocando, A. 1983. Cria y mejoramiento del ganado mestizo en la hacienda La Esperanza.
- Paz, et al. 1981. Efecto del nivel de suplementación al inicio de la lactancia sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas criollas perijaneras pastoreando mezcla de pará y lambedora.
- Perez, E. 1980. Efecto de la suplementación con harina de pescado en la respuesta productiva de vacas cruzadas (Brahman x Holstein).
- Rojas, et al. 1992. Influencia de los bloques multinutricionales sobre la producción de leche de vacas de doble propósito pastoreando *Brachiaria brizanta*.
- Rosales, et al. 1982. Utilización de harina de quinchoncho (*cajanus cajan*) como suplemento para vacas en producción.
- Salinas y Figueroa, J. 1972. Efecto de la adición de harina de pescado a dietas de ensilaje ad libitum y pastoreo restringido. Cuba.
- Saucedo, et al. 1980. Leucaena para la producción de leche en pastos tropicales con gando de doble propósito.
- Seijas. 1992. Suplementación de vacas de doble propósito a pastoreo con harina de pescado.
- Sere, C y Vaccaro, L. 1985. Milk production from dual-purpose systems in tropical Latin America.
- Smidt, D y Ferries, E. 1982. The importancxe of lactation performance on postpartum fertility in dairy cows.
- Ugarte et al. 1978. Efecto de la suplementación proteica sobre la producción lechera de vacas con pasto restringido y ensilaje a voluntad. Cuba.
- Vaccaro, L. 1989. Sistemas de producción bovina predominantes en le tropico latinoamericano.

CAPITULO 9

ALIMENTACIÓN DE GANADO DE CARNE.

SUMARIO:

1. Introducción.
2. Efecto del Nivel Nutricional sobre la Ganancia de Peso, Conversión Alimenticia y Calidad de la Canal.
 - 2.1. Influencia del Plano Nutricional sobre la Ganancia de Peso.
 - 2.2. Requerimientos Nutritivos.
3. Requerimientos de Energía.
4. Requerimientos de Proteína.
5. Requerimientos de Minerales y Vitaminas.
6. Sistemas de Alimentación.
 - 6.1. Ceba de Terneros.
 - 6.2. Ceba Extensiva
 - 6.3. Características de los Distintos Tipos de Ceba de Adultos.
 - 6.3.1. Ceba intensiva a base de Concentrado.
 - 6.3.2. Ceba intensiva con Miel Urea Suplemento Proteico y Forraje restringido.
 - 6.3.3. Ceba a base de Pastos.
 - 6.3.4. Suplementación al Pasto.
 - 6.4. Uso de Cerdaza para engorde de Novillos.
 - 6.5. Nutrición y Alimentación de Toros Sementales.

OBJETIVOS:

1. Proporcionar herramientas elementales al educando que le permitan diseñar estrategias alimentarias para ganado de carne.

1. INTRODUCCIÓN:

Como es de todos conocidos la producción de carne vacuna se basa principalmente en la explotación extensiva. (Por que no podemos decir aún en el ámbito global que es intensiva), basándose en pastos naturales y en condiciones difíciles obteniéndose parámetros productivos por debajo de las necesidades sociales.

No obstante actualmente se están realizando esfuerzos por mejorar la explotación bovina de carne, ya que junto con la producción láctea, constituyen renglones importantes en la alimentación humana, por su calidad dietética y valor nutritivo, especialmente por su aporte proteico.

Crecimiento y Desarrollo.

La curva de crecimiento de los bovinos es alométrica, obteniéndose ritmos de crecimiento diferentes en las diferentes fases de crecimiento la composición del crecimiento es variable y las teorías del crecimiento y desarrollo plantean que algunos tejidos componentes del organismo animal (óseo, muscular y adiposo) se desarrollan normalmente atendiendo a la edad del animal.

En las etapas iniciales de la vida predomina el crecimiento y desarrollo óseo y en menor magnitud el desarrollo muscular siendo insignificante el crecimiento y desarrollo del tejido adiposo.

En la fase intermedia de la vida del animal aumenta y predomina el desarrollo muscular siendo al crecimiento óseo y al desarrollo del tejido adiposo.

En la etapa adulta del animal hay predominio del desarrollo del tejido adiposo siendo mínimo el desarrollo muscular y nulo el crecimiento y desarrollo óseo.

La tasa de crecimiento de los animales, así como el desarrollo corporal esta en función de varios factores tales como:

- Edad
- Genética
- Salud
- Nutricionales
- Individuales
- Ambientales

La edad es un factor cronológico que en condiciones normales de ambiente el crecimiento y desarrollo se verifican de acuerdo a las leyes biológicas establecidas anteriormente.

Genético: Existen razas que se caracterizan por tener un crecimiento más precoz que otras y sus tasas de ganancias pueden ser mayores Ej. La Charoláis.

La salud es indispensable para el desarrollo normal de animal.

El factor nutricional es un componente ambiental que permite que los animales manifiesten su potencial genético, este factor debe utilizarse técnica y científicamente por el hombre con vista y desarrollo, se puede obtener un engorde eficiente y económico.

Otro fenómeno que relaciona el factor nutricional con la composición del crecimiento es la deficiencia alimentaria.

Si un animal joven sufre una deficiencia alimentaria en un periodo de su vida no tendrá el crecimiento adecuado de sus tejidos, aunque está demostrado que cuando posteriormente

reciba una ración balanceada este animal tendrá un crecimiento superior al que debía tener con esa ración debido a un incremento de la posibilidad digestiva y de retención de los nutrientes, fenómeno llamado crecimiento compensatorio.

El final de la ceba, los animales que han pasado por este proceso presentan una calidad en la canal inferior a la de los animales correctamente alimentados.

Los factores individuales se manifiestan al azar y son difíciles de predecir y de hecho hay animales que siendo de la misma raza, comiendo los mismos alimentos y en iguales condiciones presentan una ganancia diaria mayor que otros.

Los factores ambientales se manifiestan sobre todo cuando existen cambios bruscos de temperatura, humedad, etc. u otros fenómenos que afectan el desarrollo normal de los animales.

2. EFECTO DEL NIVEL NUTRICIONAL SOBRE LA GANANCIA DE PESO, CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y CALIDAD DE LA CANAL.

Como regla general los animales que ingieren mayor cantidad de alimentos producirán más leche, músculos o grasa en dependencia de su potencial lo que, además, aumenta la eficiencia.

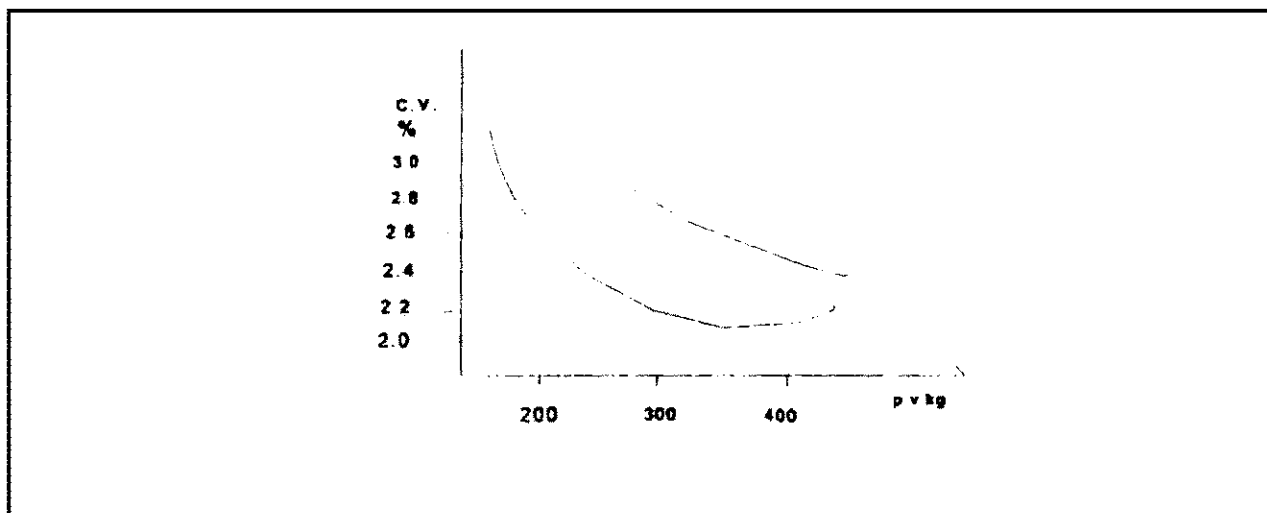
En un corto plazo mejoras considerables en la ingestión de alimentos pueden realizarse mediante la manipulación de la dieta y la atención a varios aspectos de manejo, sin embargo, con el fin de mejorar la eficiencia en el ganado de carne se necesitan cambios en su composición genética.

En general el consumo voluntario de materia seca en función del peso vivo disminuye a medida que el animal de ceba engorda.

Anteriormente había ido aumentando con la edad y el crecimiento hasta alcanzar un máximo, que en dieta de concentrados llega hasta alrededor del 3% del peso vivo.

Pudiendo alcanzar un mínimo de 1.8 - 2% al momento del sacrificio con peso alrededor de 400Kg, en función de este hecho es necesario analizar el plano nutricional a utilizar en cada etapa de la ceba para obtener la ganancia deseada.

Figura 22. Relación del PV y el CV



2.1. Influencia Del Plano Nutricional Sobre La Ganancia Del Peso.

Al aumentar el nivel nutricional, aumenta la ganancia de peso, mejora la conversión alimenticia, así como, la calidad de la canal, esto debe ser analizado en función de las posibilidades reales de nuestro país en que la mayoría de los concentrados son importados.

La influencia del plano nutricional sobre los parámetros indicados puede observarse en las siguientes tablas

Nivel nutricional	Alto	Medio	Bajo
Total de días	222	296	258
Peso final (kg)	436	440	471
Peso final vacío (kg)	419	428	446
Peso de la carne (kg)	468	274	281

Nivel nutricional	Alto	Medio	Bajo
Rendimiento %	63.96	64.01	63.86
Ganancia Diaria	1.05	0.87	0.83
Consumo de () (kgMs)	1123	687	371
Consumo de Forraje (kgMs)	481	1530	2412
Consumo Total (kgMs)	1604	2217	2783
Conversión kgMs/kg Ganancias	6.98	8.61	9.37

2.2. Requerimientos Nutritivos.

Cualquiera que sea el sistema de alimentación, para poder planificar la producción es necesario conocer de los animales para un peso vivo y ganancia diaria dada, así como el contenido nutritivo de los alimentos utilizados.

Los requerimientos nutritivos para la ~~deba~~ ~~están~~ ~~determinados~~ por los requerimientos de mantenimiento y de producción ésta expresada como ganancia diaria de peso.

La necesidad por concepto de mantenimiento está dada por las demandas de metabolismo basal, asociada con el peso metabólico, y los requerimientos para las funciones de masticación caminar, etc.

Al respecto se incrementan las necesidades de energía en pastoreo debido a las distancias que deben caminar para la búsqueda y obtención de alimentos (3% de la energía de (Mto/km) a diferencia de los regimenes de explotación bajo estabulación.

Las necesidades por concepto de ganancia diaria están asociadas a las propias sustancias que comprenden el incremento en peso, ósea la deposición de grasa y proteína corporal, proteína del pelo, material graso y seroso secretado por la piel, etc.

En dependencia del ritmo de crecimiento y la fase de este se verán modificadas las necesidades, tanto cuantitativa como cualitativamente pues se conoce que en animales jóvenes el incremento de peso es fundamentalmente a expensas de la disposición de tejido adiposo (energía).

De ahí que los factores que modifican los requerimientos de los distintos nutrientes estén determinados por:

- Peso vivo.
- Edad (fase del crecimiento)
- Naturaleza de la dieta.
- Régimen de explotación (establo o pastoreo)
- Incremento diario.

Al considerar los requerimientos es importante tomar en cuenta que todos los nutrientes, tanto los principios inmediatos como aquellos que representan papel biorregulador son de partículas intensas pues en ocasiones, raciones que cubren las demandas protéicas-energéticas, no garantizan un desarrollo y producción óptima por tener déficit de un microelemento aunque las necesidades del mismo este por el orden de los mg a por (partes por millón).

3. REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA.

La energía total requerida para mantener el funcionamiento de los organismos, gasto energético en caminar, masticar, la formación de tejido cárnico y graso entre los fundamentales, conforman los requerimientos energéticos.

Las necesidades energéticas diarias para el bovino de ceba puede variar en rangos de 9 - 40 Mcal de EM y estas necesidades estarán en función de: Peso vivo, edad, sistema de explotación, etc.

Los valores de eficiencia energética para la producción de carne oscilan entre 30 - 65% y depende de la calidad de los alimentos, cantidad de carbohidratos solubles y concentración energética de la dieta.

Desbalances energéticos en el bovino de carne producen disminución o cese del crecimiento, pérdida del peso corporal, esterilidad, incremento de mortalidad por reducción de resistencia a algunas enfermedades sobre todo parasitarias.

4. REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNAS.

Es conocido que el factor básico para la expresión del potencial genético relacionado con el crecimiento y conversión es la energía no obstante las proteínas juegan un papel importante sobre todo en la etapa inicial de la ceba donde el incremento diario esta relacionado básicamente con la deposición muscular.

Los requerimientos de proteínas se expresan en términos de proteínas bruta o proteína digestible.

Los estimados de proteína son variables y están en dependencia de variaciones genéticas nutricionales.

De acuerdo con diversos autores los rangos de necesidades proteicas van desde 250g/día de PD hasta 1000gr/día PD con p.v de 100 - 500Kg. Los bovinos de carne utilizan adecuadamente el NNP, no obstante cuando se suministran proteínas verdaderas dado el incremento de necesidades proteicas y de aminoácidos es preciso atender la solubilidad de las proteínas y el valor biológico de la misma.

En nuestras condiciones con tasas de ganancias de 700 - 800gr/día y utilizando dietas con miel/urea, puede garantizarse más del 30% de los requerimientos proteicos por esta vía asegurando disponibilidad de proteína verdadera.

Una deficiencia de proteína provoca la falta de apetito y por ende reducción del consumo de energía, así como disminución de la actividad microbiana ruminal.

5. REQUERIMIENTOS DE MINERALES Y VITAMINAS.

La importancia, funciones, síntomas de deficiencia de los distintos minerales, ya han sido estudiada.

En los últimos años se ha investigado acerca de la influencia de los minerales en el aumento de peso y la conversión alimenticia, se reportan efectos positivos en este sentido por la adición de minerales.

El Ca y P son los de mayor interés por su relación específica en el fin productivo de esta categoría (crecimiento, desarrollo, engorde) por la participación de estos en el proceso del crecimiento y en el metabolismo energético.

Ha sido demostrada la influencia significativa de los minerales en la digestibilidad de la fibra por el efecto de estos en el desarrollo de los microorganismos ruminales y recordemos la relación que se establece entre digestibilidad consumo y consumo - producción.

Otros minerales como Fe, Mo, S, Mn, I, se tiene también mucha importancia.

Los requerimientos específicos de cada uno de estos minerales para nuestras condiciones no están determinados.

Actualmente se utilizan diversas tablas entre otras NRC en función del peso vivo y ganancia diaria.

Requerimientos De Vitaminas.

El equilibrio vitamínico es importante para el desarrollo de todas las funciones orgánicas - productivas, sin embargo, las vitaminas A, D, E., son de mayor interés.

En animales en crecimiento y engorde presentan mayor demandas de estas vitaminas, sobre todo si tenemos en cuenta que las vitaminas hidrosolubles (complejo B) se sintetizan a nivel ruminal.

Las demandas de vitaminas estarán en dependencia del ritmo de crecimiento, engorde y la dieta, particularmente en dietas sintéticas y semi-sintéticas en un aspecto a considerar, se ha observado por ejemplo que en dietas basándose en miel/urea adiciones de Vitamina A, han mejorado los aumentos de peso.

En el proceso productivo hay que considerar particularmente las fuentes alimentarias utilizadas para evaluar la necesidad o no de suplementación de vitaminas.

Al respecto podemos plantear que en los pastos hay cantidades adecuadas de caroteno especialmente en la época de lluvia.

Los requerimientos de caroteno según NRC son de 4.2mg/40kgPV hasta de 64mg en animales de 500 - 600kg. , mientras, que en vitaminas A., se recomienda alrededor de 7000UI/100kg P.V. se recomienda 2.5UI de vit. D/kg PV. Aunque animales en regimenes de explotación bajo radiación solar no presentan deficiencias.

Con respecto a vit. E se estiman necesidades de 150 - 250 - UI/día pero nuestros pastos son ricos en esta vitamina.

6. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN.

Los sistemas de producción de carne son muy variables, los cuales están determinados por condiciones del medio, recursos naturales, región, etc.

La ceba puede establecerse en terneros y en adultos; los cuales presentan características diferentes.

6.1 Ceba De Terneros.

La industria lechera suministra cada vez una mayor proporción de la carne que se consume. Esto es más marcado aún con el sistema de Doble propósito, ya que ése es en gran parte su objetivo. Existen tres tipos de explotación para la producción de carne: intensivo, semi-intensivo y tradicional, que tienen en común lograr una ganancia de peso que permita llevar los terneros a la ceba con la menor edad posible. Para ello se necesita aprovechar desde edades tempranas su etapa de crecimiento hasta 8-10 meses, con vistas a mejorar su conversión alimenticia.

La explotación intensiva contempla el sacrificio entre los 12 y 15 meses de edad, con una ganancia acumulada de aproximadamente 1kg/día y está basada en el empleo de altas cantidades de concentrados. En la semiintensiva, la edad al sacrificio ocurre entre los 18 y 21 meses. con unos 700gr/día de ganancia de peso y utilizando dietas con menor participación de concentrados. Finalmente, la explotación tradicional abarca 24 o más meses, siendo los pastos y otros alimentos fibrosos la base de la dieta, con una variada suplementación, en estas condiciones la gmd es de 500 gr.

En el siguiente cuadro podremos apreciar un sistema semi-intensivo.

Cuadro 26. Sistema Integral de cria de machos lecheros destinados a la ceba.

PARAMETROS	Edades días de edad				
	0-5	6-10	11	11-13	20
Calostro	Voluntad				
Calostro+leche		7-8lt(2tomas)			
Vit. A.			180 mil UI		
Alimentos lácteos				6 lt(2 tomas)	
Zeolita o bentonita				50 g/toma	
Concentrado Forraje(70:30)					Ad libitum

	Edades días de edad				
	31-60	61-74	75-90	91-120	121-180
Alimentos lácteos	4 lt (1 toma)				
Zeolita o bentonita	50 gr				
Concentrado forraje(70:30)	Ad libitum	ad libitum	ad libitum	Ad libitum	restringido
Forraje			1 kg	3% del PV	3% PV
Miel-urea 2%				Ad libitum	ad libitum
Suplemento Proteico					170 gr PB.

6.2 Ceba Extensiva.

En Nicaragua, tradicionalmente, la ceba ha sido extensiva (en grandes extensiones) consumiendo pastos naturales de baja calidad y con carga relativamente bajas.

Los consumos de alimentos son bajos en este tipo de ceba y la digestibilidad de los alimentos baja.

Los incrementos de peso vivo son menores de los 500gr/días y en época de seca los animales pierden peso.

El ciclo de ceba se aumenta a 3 - 4 años lo que reduce la eficiencia de producción y calidad de la canal.

Se ha encontrado respuestas favorables a la suplementación con miel urea, con o sin pequeñas cantidades de fuentes proteicas, aunque se ha observado que hay una mayor ganancia de peso a medida que aumentó el nivel de suplementación, tanto usando concentrados basados en cereales como en miel final.

La edad de entrada al pastoreo influye en el comportamiento de los terneros. Con vistas a suplir el déficit de alimentos durante la época seca o como un medio de elevar el valor nutritivo de la dieta, se ha utilizado la caña de azúcar fresca en la dieta de los terneros. Generalmente asociada con mieles, urea y otras fuentes, como la semolina, se han obtenido ganancias de peso de entre 450 y 675gr/día. Aunque el consumo de leche de los terneros es bajo se puso de manifiesto la importancia que tiene es estas dietas el que cierta cantidad de proteína de alta calidad escape a la degradación ruminal (sobrepasante).

Asimismo, el desarrollo ruminal alcanzado ya a partir de los 60 días es comparable con el del rumiante adulto.

Otras formas en que ha sido usada la caña de azúcar incluyen la deshidratación al sol (solicaña) o su sometimiento a un proceso fermentativo (sacchariná). En ambos casos es posible susituir importantes porcentajes de los cereales por estos productos.

Las leguminosas parecen ser una solución a bajo costo para proporcionar proteína sobrepasante. Muchos resultados muestran el benéfico efecto de las asociaciones respecto al comportamiento de los terneros. Sin embargo, si se desea utilizar económicamente esta proteína, es preferible emplear cultivos puros en lugar de asociaciones. Además, con estas dietas es necesario asegurar concentraciones amoniacaes adecuadas en el rumen mediante nitrógeno fermentable, generalmente, como urea

6.3. Características De Los Distintos Tipos De Ceba De Adultos.

6.3.1 Ceba intensiva a base de concentrado.

La principal característica de este sistema es el alto contenido de alimentos energéticos y proteicos de alto valor nutritivo.

Se incrementa la productividad y se obtienen parámetros elevados de incremento de peso, conversión de alimento y calidad de canal.

Se acorta el periodo de ceba y se alcanzan incrementos de 1 - 1.5kg/día.

No obstante esta ventaja zootécnica desde el punto de vista económico no es un sistema de perspectiva en países no productores de cereales, pues dependerá de gran inversión de divisas y por ende resulta antieconómico.

6.3.2. Ceba intensiva con miel/urea suplemento proteico y forraje restringido.

Con vista a sustituir la fuente de cereales y alimentos proteicos es factible implementar mieles con fines energéticos e introducir el NNP (urea) para cubrir parte importante de los requerimientos energético-proteicos, aunque siempre se requiere la adición de fuente de proteína verdadera.

Este sistema se ha generalizado en algunas zonas del país, (aunque la utilización del mismo debe estar en correspondencia con los precios del azúcar en el mercado mundial).

Desde el punto de vista nutricional y alimentario posibilita la obtención de ganancias diaria por encima los 600gr.

Los mayores resultados se han obtenido restringiendo el pastoreo y los forrajes para un mayor aprovechamiento de la miel.

6.3.3. Ceba a base de pastos.

La ceba a base de pastos, dadas nuestras condiciones continuará siendo la de mayores perspectivas.

Los datos experimentales muestran que se obtienen buenos resultados, aunque se requiere rigor técnico en la explotación de los pastizales para obtener pastos de calidad que requiere el animal en proceso de ceba.

Una vía a utilizar en este sistema a base de pastos es la segregación del área (alrededor de 25%) en la época de lluvia y proceder a su conservación a fin de equilibrar las producciones de ambas épocas.

La fertilización ha tenido un efecto significativo en los resultados de la ceba a base de pastos y es un elemento a considerar para obtener cada vez mejores resultados.

Las técnicas para cebas a base de pastos dependen fundamentalmente de la calidad de pastos y del dominio que se tengan de los factores que influyen en el comportamiento animal asociado al alimento y al régimen de explotación.

Un papel importante está asociado al consumo que de pastos hagan los animales, en tal sentido es importante atender los factores relacionados a la disponibilidad y la carga.

La ganancia se incrementa a medida que aumenta la carga pero siempre y cuando la disponibilidad este por encima de 10T/ha..

Por su parte la asociación de pasto con leguminosas ha presentado resultados alentadores y se han obtenido diferencias de 400gr/día en asociaciones de leguminosas entre 30 - 40% con respecto a la gramínea sola.

Los incrementos de peso vivo a base de pastos son superiores a los 600gr/día pero garantizar la calidad del pasto y tener en cuenta factores de disponibilidad, carga, régimen de fertilización y explotación general del pastizal están directamente relacionados, con los éxitos en este tipo de ceba.

Por otra parte cuando la calidad del pasto no es la adecuada o la disponibilidad no cubre los requerimientos, es necesario recurrir a la suplementación del pasto.

6.3.4. Suplementación al pasto.

Los pastos y forrajes de buena calidad resultan las fuentes más baratas de nutrientes que se pueden suministrar a los animales y tienen la posibilidad de constituir la base fundamental de la dieta bajo nuestras condiciones.

Debemos de tomar en cuenta que con la irregularidad de las lluvias en el trópico los pastos sufren variaciones cuantitativas y cualitativas considerables, pasando de la etapa vegetativa a la reproducción en un tiempo corto y se produce una disminución de nivel proteico y un aumento en el contenido de fibra y una disminución general de la digestibilidad, por esta razón se hace necesario y recomendable la suplementación para mejorar los resultados de engorde.

Es conocido que la proteína es el principal limitante del comportamiento de los animales consumiéndose forrajes de mala calidad, ocurriendo una disminución del apetito como primer síntoma, lo que conduce a una deficiencia energética al mismo tiempo.

La respuesta a la suplementación proteica cuando los animales consumen pastos y/o forrajes de baja calidad contribuye al efecto estimulante del nitrógeno sobre los

microorganismos del rumen afectando por ende el P.V., la suplementación con harina de pescado, soya algodón etc. Mejoran la ganancia hasta en 400gr/día con respecto al testigo.

Es práctica común en la ceba el suministro de NNP para sustituir la proteína verdadera.

El pasto o forraje bien manejado no suele ocasionar diferencias minerales en la alimentación del ganado pero se ha demostrado que la suplementación extra de $\text{Na}_2(\text{SO}_4)$ incrementa la digestión edafológica de forma considerable incrementándose la digestibilidad el C.V. y la ganancia diaria.

6.4. Uso De Cerdaza Para Engorde De Novillos.

La gran variabilidad en resultados y los pobres rendimiento productivos en la alimentación de cerdos, presenta a la cerdaza como un alimento único para el ganado vacuno, por su capacidad a nivel ruminal de utilizar nutrimentos provenientes de carbohidratos no digeridos y de nitrógeno no proteico.

Desde el punto de vista de costo mínimo de alimentación y de su efecto sobre los rendimiento productivos, las excretas secas de cerdos se pueden incluir hasta en un 18% de la MS en la alimentación de ganado de carne en engorde y hasta un 30% de la MS en ganado de leche. Sin embargo, podrían utilizarse niveles más altos en raciones para rumiantes, si el material es adecuadamente procesado.

La cerdaza se puede suministrar al ganado en varias formas, la más común es fresca, o sea, directamente del separador al comedero del animal. También se puede suministrar seca, ensilada y últimamente existen otras dos nuevas formas que son, en pasteles y en bloques multinutricionales.

El nivel de cerdaza en la dieta del ganado es un factor importante sobre el rendimiento de los animales, aunque existen otros factores como son el peso inicial del ganado, su raza y la combinación de la cerdaza con otros ingredientes que afecten los rendimiento productivos del ganado.

Cuadro 27 Rendimiento del ganado consumiendo cerdaza a diferentes niveles de cerdaza.

PARAMETROS	NIVELES DE CERDAZA %		
	16	30	50
Ganancia de peso, kg	0.82	0.775	0.69
Consumo de cerdaza fresca, kg	9.5	9.10	8.75
Consumo total de MS	13.9	14.15	13.6
Ganancia/anima, \$	43.25	48.50	58.75

En cualquier forma que se suministre, los ingredientes que componen la dieta de los cerdos influye en la ganancia de peso del ganado. Algunos trabajos realizados en porquerizas centroamericanas, utilizando diferentes ingredientes en la dieta de cerdos presentaron una variación en la ganancia de peso de los animales y en el consumo de MS.

La fuente de alimentación con que se complementa la cerdaza también tiene un efecto importante sobre los rendimientos del ganado de carne, aunque también lo afecta el tipo de forraje que se proporcione al ganado, otros factores que también influyen sobre la ganancia de peso es el peso inicial y la raza.

Cuadro 28. Rendimiento económico de novillos en desarrollo consumiendo un alimento a base de cerdaza.

PARAMETROS	VALOR
Peso inicial, kg	300.00
Peso final, kg	462.00
Tiempo de alimentación	180.00
GMD, kg	0.90
Consumo, kg	12.00
Costo de alimento \$/kg	0.017
Precio del kg de carne	1.053
Costo total de alimentación \$	36.0
Costo de mano de obra	26.31
Costo de infraestructura por periodo	3.33
Gastos veterinarios/animal	2.18
Precio del novillo al inicio	320.00
Intereses bancarios (34%)	56.10
Costos totales de prod.	443.92
Precio del novillo a mercado	486.64
Garancia neta por novillo \$	42.72

6.5 Nutrición Y Alimentación De Los Toros Sementales.

Alimentación de los sementales.

Es importante conocer como debe realizarse la alimentación de los sementales bovinos de forma tal que no se presenten anomalías tales como infertilidad, impotencia por causa de una mala alimentación.

La alimentación debe proporcionar todos los nutrientes que el animal requiere para realizar sus funciones y garantizar una buena fecundidad.

La ración no debe ser voluminosa ni acuosa, sino concentrada y variada garantizándose sus requerimientos nutritivos.

Un semental mal alimentado ya sea por exceso o déficit presentaría problemas reproductivos que se expresan en baja tasa de natalidad e indicadores no aceptables en la eficiencia técnica de la inseminación, lo que da como resultado largos intervalos entre partos ocasionando pérdidas económicas considerables al no obtenerse por tales causas la producción de leche y carne que potencialmente tienen los animales.

Para realizar una alimentación correcta de los sementales es necesario el conocimiento fisiológico del aparato reproductor y la influencia que sobre el mismo tienen los diferentes nutrientes también es necesario el conocimiento de los requerimientos nutritivos por categorías bajo los distintos régimen de explotación.

Fin Productivo.

El fin productivo para el que se selecciona el macho reproductor es el de producir semen y que éste sea de óptima calidad, para esto se debe tener presente que el reproductor es un animal que debe ser utilizado como tal el máximo de tiempo posible e incluso se conserva su semen y es utilizado después de muerto por eso es de gran importancia que no se produzcan trastornos metabólicos que acorten la vida del animal y los hagan menos productivos.

El comportamiento y el metabolismo de los animales están especialmente influidos por las hormonas sexuales, por el contrario la función genital depende del estado funcional de los demás órganos, en particular de la circulación sanguínea de las glándulas endocrinas y del metabolismo.

Producción de semen de alta calidad

La producción de semen de alta calidad depende en gran medida de la alimentación cualitativa de los animales y de que no se excedan en alimentos que lleguen a producir trastornos metabólicos en el animal.

Los espermatozoides no contienen sustancias de reserva, por tanto, las glándulas anexas (próstata, vesículas seminales, glándulas bulbo uretrales) son las encargadas de elevar las secreciones necesarias para la nutrición de los espermatozoides y en este caso juega un papel principal la fructosa, otros productos que segregan son: ácido cítricos, globulinas, mucina etc. encontrándose ésta en el plasma seminal, en forma de sustancias energéticas que le permiten mantener su motilidad.

De acuerdo con la edad y la alimentación se forman por día unos 5000 a 12000 millones de espermatozoides en ambos testículos.

Composición del semen:

La composición química promedio del semen nos indica lo necesario que es alimentar de forma óptima a los sementales.

PH	6.4 - 7.8
MS%	9.5
P total (mg)	82.0
P inorgánico (mg)	9
N total (mg)	756
Fructuosa (mg)	224
Acido láctico (mg)	29
Acido cítrico (mg)	720

Influencia de la nutrición cuantitativa y cualitativa en el estado reproductivo del macho.

La actividad funcional del centro sexual del hipotálamo, así como la del lóbulo anterior de la hipófisis dependen de la integridad del sistema nervioso y del metabolismo.

Una carencia prolongada de los principios nutritivos esenciales o una desviación del metabolismo depende de la integridad del sistema nervioso y del metabolismo.

Una variación prolongada de los principios nutritivos esenciales o una desviación del metabolismo (obesidad diabetes) puede producir alteraciones en el funcionamiento del sistema hipotálamo hipófisis todo ello repercute sobre la actividad sexual y puede conducir a la detención de la actividad gonadal y la disposición del instinto sexual.

Importancia del nivel nutricional.

Ha sido demostrado que una alimentación deficiente durante el período de crecimiento de los futuros sementales se refleja en el comportamiento reproductivo de estos, manifestándose principalmente en retraso en la edad para alcanzar la pubertad.

Este retraso parece tener un efecto más marcado para el comienzo de las secreciones de las vesículas seminales que para la espermatogénesis, no obstante para que ocurra una afectación en la fertilidad y la calidad del semen es necesario que estos animales hayan sido sometidos durante el período de crecimiento a una alimentación deficiente muy severa y durante un tiempo prolongado.

En investigaciones realizadas han encontrado que un exceso de alimentación produce un semen de baja calidad, debido que a medida que aumenta el porcentaje de grasa en el cuerpo disminuye la calidad del semen.

Por esto es conveniente suministrar una alimentación que permita un crecimiento rápido sin dar lugar a una excesiva deposición de grasa. Se recomienda que el ritmo de crecimiento se incremente desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida, 1.4kg diarios de manera que alcancen a esta edad 150kg.

A partir de aquí los animales deben ganar 1 kg diario de peso hasta las 7 semanas de vida, recomendándose entonces disminuir la velocidad de crecimiento paulatinamente hasta la 13 semanas en que solamente deben ganar 300 gr diarios.

La adiposidad en los toros sementales disminuye la espermatogénesis y la secreción de testosterona, lo que a su vez disminuye el libido y la calidad de la esperma.

El exceso de grasa en los testículos impide la termorregulación de las bolsas testiculares produciendo una alteración en la espermatogénesis.

Los toros en exceso pesados presentan dificultades en la monta y dificultan el trabajo de la extracción del semen para la inseminación artificial.

Una sub-alimentación o hipoalimentación en el toro semental también afecta en distinto grado la actividad del mismo, se ha encontrado que disminuye la concentración de fructosa y ácido cítrico en las vesículas seminales aunque mantengan la densidad y motilidad de la esperma.

Requerimientos nutritivos.

Proteínas:

El impulso sexual es de gran importancia en los toros reproductores y se ha señalado que una ración rica en proteína lo estimula, una disminución o deficiencia de proteína en la ración disminuye pudiendo causar la deficiencia de otros nutrientes y ocasionar pérdidas de peso vivo.

Por otra parte un exceso de proteína en la dieta de toros sementales no produce mejora en la calidad del semen sino que influye negativamente, una alimentación intensiva con exceso de proteína en relación a los glúcidos perturba el equilibrio ácido-básico del organismo y los animales sufren una verdadera intoxicación por los residuos metabólicos incompletos de las proteínas, reflejándose en trastornos, un funcionamiento sobre normal de los órganos genitales.

Cuadro 29. Concentración de proteínas en la dieta en base seca para la alimentación de toro reproductores de carne y leche en crecimiento y actividad sexual moderada.

Peso Vivo Kg	TOROS DE CARNE	Porcentaje proteína en la Ración
300	1.0	11.6
500	0.9	9.7
650	0.5	8.9
700	0	8.5
1100	0	8.3
TOROS DE LECHE		
300	1.0	10.2
500	0.9	8.8
700	0.3	8.5
800	0	8.5
1000	0	8.5

Vitaminas.

Las vitaminas D, E y la provitamina A están usualmente presentes en cantidades abundantes en los forrajes y henos de buena calidad. La vitamina D, además, es sintetizada en la piel por la luz ultravioleta.

Las vitaminas del complejo B y la K se sintetizan en el tracto digestivo por los microorganismos y la vitamina C es sintetizada en los tejidos.

En casos de que existan limitaciones en los suministros naturales de las vitaminas, en estos casos tenemos que suministrarlas obligatoriamente en las dietas.

La vitamina a es la que se le atribuye el mayor efecto sobre los estados reproductivos de los toros, su deficiencia provoca falta de espermatozoides y escasez de células epiteliales, incluso de espermatogonia.

Esto se manifiesta cuando existe una reducción de espermatozoides con elevado porcentaje de estos anormales y un ph elevado en los toros jóvenes que en los adultos.

Minerales.

Diversos minerales han sido relacionados con las actividades productivas entre los que se encuentran: el Calcio, Fósforo, magnesio, zinc, cobre y cobalto.

Las deficiencia de fósforo pueden estar relacionadas con deficiencia de proteínas y vitamina A y en tales circunstancias se presentan problemas en la reproducción.

La deficiencia de zinc se ha relacionado con el tamaño de los testículos, en los terneros y cuando los toros se han sometido a una restricción severa han mostrado una reducción temporal en el tamaño de los testículos, pero no se han producido afectaciones en el volumen del semen o en la motilidad del esperma.

Energía.

Se considera que los requerimientos de energía para los toros reproductores que no ganan peso ni pierden, son un 15% por encima de las necesidades de las vacas de la misma raza.

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

En la alimentación de los futuros sementales en crecimiento se debe procurar que halla un desarrollo rápido sin dar lugar a un engrasamiento excesivo lo cual se puede lograr suministrando forraje de buena calidad, heno y una cantidad moderada de concentrado conteniendo niveles medios de proteína.

En Cuba se han utilizado en las siguientes relaciones concentrado forraje en la alimentación de futuros toros sementales:

50	50
60	40
55	45
70	30
65	35
35	65

En todo estos experimentos la ración constituida por menor cantidad de concentrado fue siempre superior, expresándose en una mejor calidad del semen y su mejor comportamiento fisiológico.

Los grupos de animales que consumieron la proporción más elevada de concentrado además de tener un semen de menor calidad presentaron diversos problemas como: tímpanismo, diarrea, falta de apetito y en ocasiones problemas locomotores.

Como resultado de estos experimentos se propone una ración óptima que contenga una relación de 40% de concentrado y 60% de alimentos voluminosos en la siguiente manera:

40% de forraje, 20% de heno de buena calidad y el concentrado conteniendo 12% de proteína y 2.9 MCal. de EM/Kg MS

Preguntas de repaso.

1. Mencione la relación del nivel nutricional con los indicadores productivos.
2. Mencione los requerimientos nutricionales de los bovinos de carne.
3. Explique tres sistemas de alimentación de bovinos de carne.
4. Defina una estrategia de alimentación de bovinos de carne para las condiciones de en nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA:

- BOADA. A.S. 1984. Manual de nutrición animal II ISCAH, Habana.
- Campabadal, C; Navarro, H. 1994. Utilización de la cerdaza en la alimentación de ganado de carne y como una alternativa para evitar la contaminación ambiental. ASA. Mexico.
- Campabadal, C; Navarro, H. 1994. factores que afectan la utilización de la cerdaza en la alimentación del ganado de carne. ASA. México
- CABRERA M.P. 1977 Nutrición animal/La Habana.
- Combeilas, J; Mata D. 1992. Suplementación estratégica de bovinos de doble propósito.
- FAO. 1992. Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano.
- Mendieta, B.1998. La Cerdaza como alternativa de alimentación de novillos. Revista Pecuaria de Nicaragua.
- Ugarte, J. 1992. Crianza de terneros. ICA, Habana
- Williams, D. 1991. Ganado Vacuno para carne, cría y explotación. México

CAPITULO 10

ESTRATEGIAS DE ALIMENTACION DE VERANO

SUMARIO:

1. Introducción.
2. Problemática de la Alimentación de Verano en Nicaragua, su efecto sobre la Producción Y Reproducción.
3. Alternativas de Alimentación de Verano.
 - 3.1. Ensilajes.
 - 3.2. Henos.
 - 3.3. Pastos de Corte.
 - 3.4. Melaza.
 - 3.4.1. Ventajas del uso de la Melaza - Urea.
 - 3.4.2. Bloques de Melaza o Multinutrientes.
 - 3.5. Las pajas como alimento del ganado.
 - 3.6. Caña de Azúcar en la nutrición animal.
 - 3.6.1. Saccharina.
 - 3.7. Subproductos de Origen Animal.

OBJETIVOS:

1. Identificar algunas técnicas básicas de suplir energía y proteína al hato bovino durante el verano.

1. INTRODUCCIÓN

El problema principal del verano en Nicaragua es la falta de pastos debido a su vez por la escasez de agua, por tal razón todo productor pecuario debe planificar con la suficiente antelación las fuentes alimenticias que utilizará durante dicha época para paliar los efectos negativos sobre los parámetros productivos y reproductivos que dicha escasez provoca.

La planificación de la alimentación debe empezar en la segunda mitad del invierno y el suministro de esta alimentación de verano debe hacerse un mes después de terminadas las lluvias, debe tomarse algunas decisiones: como seleccionar a los animales más productivos y a aquellos con más problemas de nutrición para que reciban alimentación suplementaria y vender todos aquellos animales que estén descartados o listos a la venta con el fin de que no presionen sobre las reservas de alimento de la finca, pero principalmente, es necesario establecer contabilidad de costos y sobre la base de dichos costos decidir cual alternativa alimentaria utilizar.

2. PROBLEMÁTICA DE LA ALIMENTACIÓN DE VERANO EN NICARAGUA, SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN.

Debido al subdesarrollo de nuestro país y al clima, se presentan algunos problemas de alimentación. Es conocido que si no se preparan alimentos conservados en forma de ensilados y henos, o se aprovechan diferentes alternativas de alimentación de verano, los animales en la época seca pierden peso o crecen muy poco.

Una vaca que pierde 50kg de peso seguramente disminuye su producción, acorta su periodo de lactancia, repite celos y si está gestante puede abortar, la vaca lechera que baja su producción por deficiencias en la alimentación nunca recuperará su producción inicial.

En el caso de novillos de carne la causa del bajo peso y avanzada edad al matadero, (350 kg y 3 1/2 años) es el déficit alimentario cíclico a que enfrenta anualmente durante el verano.

La influencia nutricional sobre el desempeño reproductivo del ganado bovino indica que el bajo nivel nutricional del ganado incrementa el intervalo del parto al primer parto postparto.

3. ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN DE VERANO

3.1 Ensilajes

El ensilaje es el resultado final de una serie de acciones iniciadas desde antes de la siembra del forraje que se va a ensilar; luego continúa con las prácticas de manejo del cultivo hasta el momento en que éste está listo para su corte. En este momento se empiezan acciones relacionadas con corte, transporte, vaciado, apisonado y sellado del silo.

El ensilaje es en realidad un proceso inverso al de síntesis pues en él, los carbohidratos son degradados para formar dióxidos de carbono y ácidos orgánicos y las proteínas son reducidas a aminoácidos, este proceso degradativo es llevado a cabo en parte por las plantas y sobre todo por la acción de bacterias.

Existen muchos tipos de silos (trinchera, búnker, de montón) que varían en dimensiones, formas y precio de la infraestructura, en nuestro país se utilizan varios tipos, a continuación describiremos el silo superficial o de montón.

Este proceso puede hacerse con diversos materiales tales como: Pasto de corte, sorgo, maíz y follaje de árboles forrajeros.

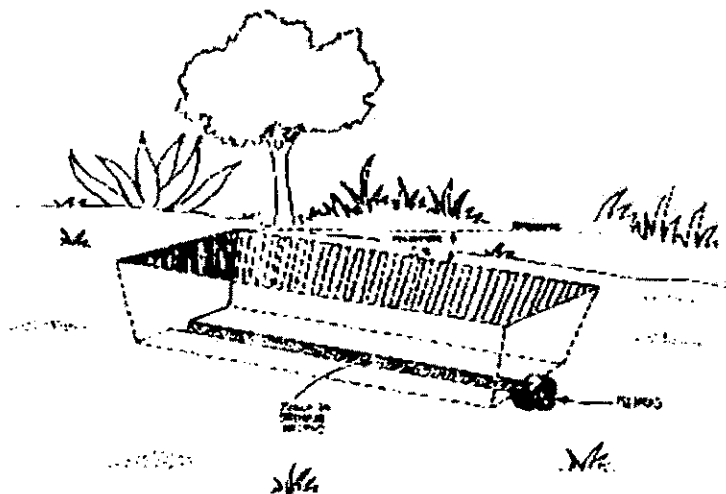
El lugar debe ser un terreno plano y un poco alto, que no se encharque y de ser posible disponer de algún cercado para impedir que los animales puedan estropearlo; el tamaño del silo dependerá de la cantidad de animales que se pretenda alimentar, la cantidad de alimento diario que se dé a los mismos y el periodo de suplementación que se programe.

Normalmente se utiliza melaza y urea para enriquecer el material a ensilar, en estos casos se utiliza 5% de melaza y 0.3% de urea, el proceso contempla el amontonamiento de material en capas, las que deben ser compactadas durante 5 a 8 minutos, luego de compactado todo el material debe tomarse la temperatura; la que no debe sobrepasar los 40° centígrados; en varios lugares del silo con el fin de determinar si necesita más compactación, una vez concluida la compactación debe procederse al tapado del montón con plástico negro de manera tal que sobre al menos un metro a los lados del silo, el silo debe cubrirse con una capa de tierra de por los menos 20cm y alrededor del mismo debe construirse una zanja para desagüe.

En la zona Norte del país se utiliza otra técnica más elaborada para ensilar material, llamada **Horno forrajero**.

El horno forrajero

Es una fosa simétrica de forma trapezoidal a como se muestra en la figura:



Forma básica del horno forrajero.

Figura 23. Horno forrajero

Es recomendable situar el horno en suelos arcillosos o franco arcillosos que no se rajen al secarse, para evitar filtraciones de agua al interior, se debe seleccionar en lo posible una colina que tenga pendiente suave para facilitar un buen drenaje del interior al exterior y debe construirse en el sitio más elevado para evitar que reciba mucha corriente.

El tamaño del horno depende de los mismos factores de los que depende cualquier silo y su volumen se calcula con la siguiente formula:

$$V = ((B+b)/2) \cdot H \cdot L$$

Donde:

- V:** Volumen
- B:** Base mayor
- b:** Base menor
- H:** Profundidad
- L:** Longitud

Muchas de estas medidas son ya conocidas, por ejemplo B: 2.5 metros, b: 2 metros y H: 1 metro lo que deja como incógnitas el volumen y la longitud, el volumen se calcula suponiendo que la densidad promedio del ensilaje es de 330 kg/m³.

Por ejemplo si se quiere alimentar a 5 animales durante 30 días, suministrándoles 9kg por día se obtienes que diariamente se necesitan 45 kilos de ensilado y que en el periodo se necesitan 1350kg, a estos le sumamos un 10% de las posibles pérdidas y obtenemos un total de 1500kg necesarios, si los dividimos entre 330/kg/m³ obtenemos 4.5m³ que es el volumen necesario, esto solo nos deja la longitud como incógnita la que fácilmente puede despejarse.

La fosa se hace manualmente con herramientas comunes, después de excavar la fosa, se hace una zanja de drenaje interno, ubicado a lo largo y al centro del horno de aproximadamente 20cm de ancho y 20cm de profundidad, al final de la zanja de drenaje se excava un hueco en la pared o el piso y se rellena con piedra fina para permitir la salida del agua o líquido del material almacenado.

Antes de iniciar el llenado, el piso y las paredes del horno deben cubrirse con una capa de 8 - 10cm de material vegetal seco, el material ensilado se conserva entero o partido a la mitad colocándolo a lo ancho del hueco, para facilitar posteriormente su uso. Debe cuidarse que las plantas queden ligeramente traslapadas coincidiendo puntas con bases para favorecer la compactación y evitar bolsas de aire.

La compactación es el factor más importante para obtener las condiciones anaeróbicas en el forraje ensilado. Es recomendable compactar capas de 20 - 30cm de espesor.

La etapa de sellado consiste en colocar sobre el material compactado una capa de pasto seco de 10 - 20cm, la que funciona como aislante, sobre esta se pone una capa de plástico y sobre ella una capa de tierra de 20 - 30cm.

Normalmente el período mínimo para que ocurra y se establezca el proceso fermentativo es de 30 - 40 días. Después de este período se puede iniciar la utilización del material o puede guardarse para ser utilizado durante la época seca.

3.2 Henos

Henificación es el proceso mediante el cual se puede preservar la calidad de una especie forrajera cortada a un nivel de desarrollo vegetativo adecuado y llevada a un grado de humedad óptimo para que se pueda almacenar durante un tiempo relativamente variable.

El proceso de henificación comienza por el establecimiento del tipo de pasto que se va a conservar, aunque puede ser un pasto ya establecido. El momento de corte del pasto más adecuado para henificar, es cuando este está en pleno desarrollo, es decir, antes de la floración, una vez cortado hay que tenderlo en hileras y deshidratarlo hasta que alcance un 25 - 30% de contenido de humedad. Luego, es necesario realizar frecuentes pruebas de humedad: se toma un manojo de pasto, se retuerce y se dobla para ver si se quiebra o está flexible. Si el pasto está flexible, está a punto para ser almacenado.

Posteriormente se almacena, para que no esté expuesto a la lluvia y el sol. Lógicamente, se perderá algo de humedad, pero debe mantener su color verde oscuro y ser aromático.

El pasto, para producir heno de buena calidad, debe tener las siguientes características:

- ♦ Altura del cultivo entre 45 - 60cm
- ♦ Desarrollo vegetativo abundante
- ♦ Fácil deshidratación
- ♦ Cantidades adecuadas de nutrientes.

Deben buscarse las especies más adecuadas a la zona donde se va a henificar. Las especies más comunes en Nicaragua son: Jaragua, estrella, brizanta, pangola, guinea y bermuda, en la siguiente tabla se muestran cantidades de raciones de heno que se puede esperar producir con diversas especies de pasto.

Tabla. Rendimiento en heno de diversos pastos nacionales

PASTO	Rendimiento (kg/ha)				
	1500 kg PV	1333 kg PV	833 kg PV	444 kg PV	333 kg PV
Jaragua	4	1333	667	444	333
Estrella	4	1333	667	444	333
Gamba	5	1666	833	555	417
Pangola	4	1333	667	444	333
Brizanta	5	1666	833	555	417
Guinea	5	1666	833	555	417
Sorgo	4	1333	667	444	333

Este heno debe conservarse en conos, galeras o estructuras techadas.

3.3. Pastos de Corte.

El uso de pastos de corte dentro de los sistemas alimentación a bovinos tiene las ventajas de su alto rendimiento por manzana, enormes pérdidas por pisoteo y su facilidad de manejo.

Las especies más utilizadas en Nicaragua son: el Taiwan, La caña de azúcar y el sorgo forrajero, madero negro, gandul (semillas), terciopelo, leucaena, maíz forrajero, kikuyo y kudzu.

Factores que influyen en el valor nutritivo de los forrajes.

- ◆ Factores climáticos
- ◆ Estado vegetativo/intervalo entre corte
- ◆ Manejo del cultivo
- ◆ Fertilización
- ◆ Riego
- ◆ Numero de cultivos.

Cuando los forrajes son jóvenes, de 30 a 45 días, en el caso del Taiwan, jaragua, guinea, presentan alta digestibilidad de la proteína bruta antes de la floración.

3.4. Melaza

Es un subproducto de la industria azucarera que se utiliza en alimentación animal desde hace mucho tiempo, especialmente durante la época seca, es un líquido denso y adherente de color café oscuro, de olor y sabor agradable, su valor nutritivo está dado por un alto contenido energético (55% de azúcares).

Normalmente la melaza se ha utilizado como saborizante para hacer más apetitoso forrajes maduros o subproductos agroindustriales, es decir, que su principal uso ha estado dado por su contenido energético.

La melaza es un alimento que tiene bajo contenido de proteína, por lo que se debe mezclar con urea, constituyendo de esta forma un suplemento alimenticio energético proteico, de gran utilidad en la época seca, cuando la oferta y calidad de los pastos se ve disminuida como consecuencia de su estado de madurez.

3.4.1. Ventajas del uso de la melaza-urea.

1. - Se puede aprovechar mejor los alimentos de bajo valor nutritivo.
2. - El suministro de urea en la melaza incrementa la actividad de las bacterias que se encuentran en el rumen, por lo tanto la digestibilidad del alimento.
3. - Es un suplemento bueno y barato; siempre y cuando se use de manera adecuada y responsable.
4. - Se puede agregar a diversos henos, forrajes y subproductos agrícolas e industriales, haciéndolos más apetecibles para el ganado.
5. - Proporciona una mejor alimentación a las vacas en ordeño, incrementando la producción de leche.

Para suministrar la melaza con urea al 3% se recomienda hacerlo de la siguiente manera:

- 1.- Pesar 6kg de urea lo más exacto posible.
- 2.- En un balde grande se mezclan los 6kg de urea con 14lt de agua caliente hasta que esté disuelta.
- 3.- La solución de urea se pasa a un barril y se le agregan poco a poco 180lt de melaza. Durante este proceso se recomienda agitar constantemente la mezcla con una pala o una tabla de tamaño adecuado.

El uso inadecuado de urea en la mezcla con melaza, puede resultar tóxico. Una de las medidas más importantes para evitar la intoxicación, es acostumbrar al ganado a consumir la melaza-urea poco a poco.

En el período de adaptación y consumo por animal para iniciar el suministro de melaza-urea, se recomienda hacerlo en pequeñas cantidades aumentándolas hasta alcanzar el nivel deseado, por ejemplo a como se muestra a continuación:

Días	Cantidad por Vez
1 a 2	½ litro
3 a 4	¾ litro
5 a 7	1 litro
8 a 10	1 ½ litro
11 a 13	2 litros

Es aconsejable que durante el periodo de adaptación del consumo de melaza-urea y durante todo el tiempo que se esté suministrando hacer las raciones fraccionadas para suplirse dos o tres veces al día.

Los problemas de intoxicación se presentan en la mayoría de los casos por una mala preparación de la mezcla, abuso de la cantidad de urea o bien por un mal sistema de alimentación a los animales con melaza-urea.

Los síntomas de intoxicación por urea son:

Notorio olor a amoníaco, incoordinación, temblores, salivación, respiración agitada, postración y muerte, un método práctico para tratar animales intoxicados por urea consiste en la administración por vía oral de 4 litros de vinagre.

Es recomendable :

- *.- No alimentar con urea a terneros jóvenes (no destetados)
- *.- No proporcione melaza urea a los animales recién trasladados o muy flacos.
- *.- No ofrezca la melaza urea a voluntad.
- *.- Disponer de por lo menos un galón de vinagre en la finca en caso de intoxicaciones.
- *.- Designar a una sola persona responsable para la preparación y suministro de la melaza urea.

3.4.2. Bloques de melaza o multinutrientes.

Durante la época de sequía se pretende llenar los requerimientos nutritivos de los rumiantes mediante el ofrecimiento de subproductos animales y/o vegetales en su forma original, debido a la diversidad de presentación, se dificultan el transporte almacenamiento manejo de estos suplementos, lo cual se traduce en desperdicios que encarecen los costos y en ocasiones se hace imposible ofrecerlos a los animales.

Una forma de resolver esta situación es la mezcla de subproductos que se compactan en un bloque con los que se facilitan el manejo, almacenamiento y transporte, además de controlarse el consumo al máximo, puesto que la dureza del bloque obliga al animal a lamer en vez de morder.

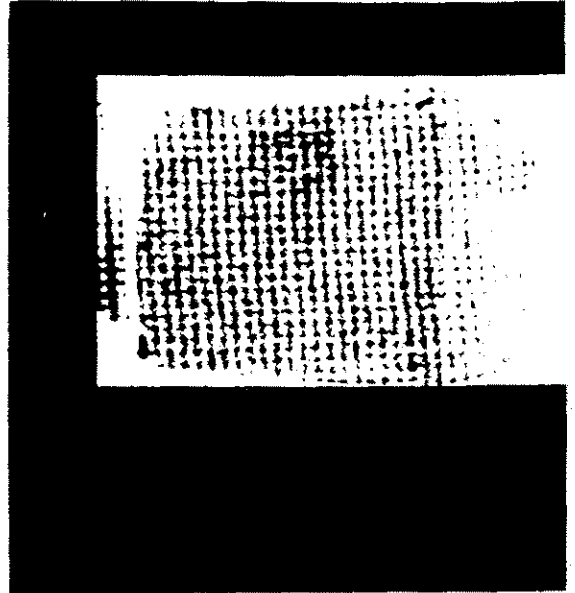
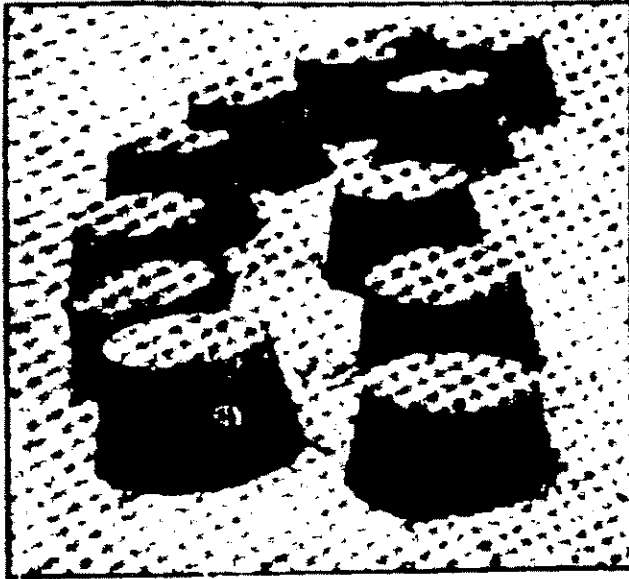


Figura 24. Bloques de melaza.

El uso del bloque de melaza no es nuevo, existen reporte en Colombia , Sudáfrica y Australia de uso de bloques de melaza desde 1963, estos informes indicaban que la ganancia de peso de animales alimentados con bloques de melaza era igual a la obtenida por animales alimentados con melaza-urea líquida

Ventajas del bloque de melaza

Las ventajas alimentarias y practicas de suministrar bloques multinutricionales de melaza-urea al ganado son:

- 1.- Se utilizan más fácilmente que la melaza líquida.
- 2.- Son más fáciles de transportar y manipular.
- 3.- Para almacenarlos y darlos al ganado no se necesitan instalaciones y equipos costosos.
- 4.- Mejorar la actividad de los microorganismos del rumen, lo que permite una mejor utilización de los pastos maduros y rastrojos fibrosos de otros cultivos.

- 5.- Son una fuente barata de energía, proteína y minerales.
- 6.- Los riesgos de intoxicación son mínimos.
- 7.- El consumo de bloques en el potrero, puede servir para orientar el pastoreo.
- 8.- Los bloques multinutricionales son un instrumento valioso para planificar la estrategia de alimentación de verano.

Consumo de bloques por día

Normalmente el consumo de bloque multinutricional varia entre 500 y 800 gr/día/animal adulto, esto a su vez mejora el consumo de paja hasta en un 30% más, en proporción a los animales que no consumen bloques.



Figura 25 . Vaca consumiendo bloque multinutricional.

El contenido nutricional de los bloques variará dependiendo de los ingredientes que se utilicen, a continuación se presenta una composición promedio de la formula utilizada en Nicaragua.

Cuadro 30 . Contenido de nutrientes de un bloque multinutricional.

INGREDIENTES	Porcentaje (%)
Materia Seca	82.5
Proteína Bruta	22.2
Grasa	1.9
Fibra Bruta	8.4
Cenizas	26.7
Energía Bruta	2330 Kc.

Para el suministro de los bloques de melaza urea se debe tomar en cuenta las siguiente consideraciones y recomendaciones:

- *.- El consumo animal por día puede variar dependiendo de la dureza del bloque; sin embargo, en las pruebas realizadas en diferentes fincas del país se ha obtenido un consumo promedio de 500 a 800 gr.
- *.- Los bloques deben estar al libre consumo de los animales al mismo tiempo que están consumiendo forraje, pastos maduros o rastrojos agrícolas para así aprovechar el efecto del aumento del consumo de estos últimos alimentos.
- *.- Los bloques no deben suministrarse como único alimento para obtener niveles altos de producción.
- *.- El propósito de utilizar los bloques, es conseguir un mayor aprovechamiento de los alimentos fibrosos de baja calidad, evitar las pérdidas de peso vivo de los animales y mantener el nivel de producción de leche.
- *.- En el caso de vacas lecheras en producción, alimentadas con concentrado, aunque se les suministre bloques, no debe de suspenderseles mas del 50% de la ración diaria de concentrados.
- *.- Los bloques deben manipularse con cierto cuidado para evitar que se aflojen mucho. De esta manera, se evita un consumo excesivo de bloque y de urea que pueda causar intoxicaciones en los animales.
- *.- Los bloques se pueden suministrar directamente en los potreros sin necesidad de una instalación especial. Lo que debe hacerse es distribuirlos estratégicamente en todo el campo para conseguir un pastoreo uniforme.
- *.- Los bloques se deben proteger de las lluvias fuertes.

Existen muchas fórmulas para fabricar bloques multinutricionales, a continuación se presentan algunas de las más usadas:

FORMULA 1

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)			
Melaza	40	40	30	
Urea		10	10	10
Sal		5	5	5
Minerales		5	5	5
Cal		10	10	10
Harina de Madero Negro	80	0	20	
H. de yuca		0	30	10
Cascarilla de arroz		0	0	10
Sorgo Molido	0	0	0	

FORMULA 2

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)
Melaza	40
Urea	5
Cemento	10
Minerales	2.5
Sal	2.5
H. de C y H	5
Relleno (gallinaza, mil rúm, sorgo molido, semolina, etc.)	35

Estos bloques pueden hacerse en cualquier recipiente, es importante el orden en que se agregan los ingredientes, es recomendable hacerlo en este orden: Melaza, urea, sal, cemento o cal y relleno, luego de 15 horas pueden sacarse de los moldes y luego de 2 días secados al viento pueden manipularse con facilidad.

3.5. Las pajas como alimento para el ganado.

La paja es un alimento pobre para el ganado, contiene alrededor del 80% de las sustancias que son potencialmente digestibles y, por consiguiente, fuentes de energía, pero su verdadera digestibilidad para los rumiantes es de solo un 45 a 50%. Además, la cantidad que un animal puede consumir se limita a menos del 2% del peso corporal debido a la lentitud con que se fermentan en el rumen.

El resultado neto es una ingesta que aporta poca o ninguna energía para el crecimiento, el trabajo o la producción. La consideración más importante para obtener a partir de la paja más productos animales, es la mejora de la digestibilidad y de la ingesta para disponer así de más energía para fines productivos. El tratamiento de la paja con álcali aumenta la digestibilidad y, en general, también la ingesta voluntaria.

¹ Comunicación personal del Lic. Tito Farfán MSc

La paja sólo contiene de 3 a 5% de PB. Los animales mantenidos con una ración de paja sin suplementos no ganan, en general, peso alguno y con mucha frecuencia presentan pérdidas de peso. Para obtener alguna producción, la paja tiene que complementarse, de preferencia tanto con nitrógeno/proteína, como con calorías/energía.

Una ración a base exclusivamente de paja no basta incluso para mantener a los animales y estos perderán peso si no reciben suplementos proteicos. Esto se aplica a todas las pajas y forrajes groseros que contengan menos de 4% aproximadamente de proteínas. Para evitar pérdidas de peso se necesita un nivel aproximado de un 6% en la ración.

Un suplemento de urea a razón del 1% de la paja suministrada permitirá aumentar su contenido nitrogenado hasta un nivel aproximadamente igual al del suplemento proteico, esto por sí mismo puede estimular considerablemente la productividad de los animales, en términos del tiempo que tardan para madurar y la subsiguiente fertilidad de las hembras. Con dosis mayores de urea, hasta alrededor del 2%, se pueden obtener, en determinadas circunstancias, resultados todavía mejores si se suple con 10 g de Ca, 5g de P y de 30 a 50g de sal común por cabeza por día.

Para mejorar la calidad nutritiva de las pajas se emplean diversos tratamientos físicos y químicos. El tratamiento físico corriente al nivel de la pequeña explotación consiste en remojar la paja en agua antes de suministrársela a los animales. Con el remojo previo de la paja durante 1 - 2 horas en una litro de agua por kilogramo de paja, aumenta notablemente el consumo voluntario de la paja en compactación con la paja sin remojar.

Impregnación de la paja con urea y melaza. La adición de urea a la paja aumentará su contenido de nitrógeno y, por consiguiente, tendrá una influencia desfavorable en la fermentación microbiana del rumen. La adición de melaza aportará CHO's solubles para una utilización efectiva de la urea.

Por consiguiente, se ha demostrado que una combinación de 1,5-2,0% de urea, 10% de melaza y 0,5% de una mezcla mineral mejoraba la digestibilidad de los nutrientes orgánicos y aumentaba la ingesta voluntaria de los bovinos.

Paja tratada con urea. Se excava una fosa y se ensila en él durante tres semanas 100 kg de paja ya rociada con 5kg de urea disueltos en agua, a razón de 50gr de urea por litro de agua y rociarla en una proporción de 1lt/kg, se añade, además, 10lt de melaza. Para revestir los costados y el fondo de la fosa se puede utilizar hojas de plátano o pasto seco, que se colocan encima de la paja cubriéndolas luego con un trozo de plástico. La fosa se cierra añadiendo unos 30cm de tierra.

A los fines prácticos, una de las primeras medidas para evaluar el éxito de un tratamiento consiste en observar si el color de la paja se ha oscurecido. Igualmente, una vez seca, la paja debe conservar el característico olor a amoníaco.

Existen muchas fórmulas para fabricar bloques multinutricionales, a continuación se presentan algunas de las más usadas:

FORMULA 1

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)			
Melaza	40	40	30	
Urea		10	10	10
Sal		5	5	5
Mix.erales		5	5	5
Cal		10	10	10
Harina de Madero Negro	80	0	20	
H. de yuca		0	30	10
Cascarilla de arroz		0	0	10
Sorgo Molido	0	0	0	

FORMULA 2

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)
Melaza	40
Urea	5
Cemento	10
Minerales	2.5
Sal	2.5
H. de C y H	5
Reileno (gallinaza, mill' rum, sorgo molido, semolina, etc.)	35

Estos bloques pueden hacerse en cualquier recipiente, es importante el orden en que se agregan los ingredientes, es recomendable hacerlo en este orden: Melaza, urea, sal, cemento o cal y reileno, luego de 15 horas pueden sacarse de los moldes y luego de 2 días secados al viento pueden manipularse con facilidad.

3.5. Las pajas como alimento para el ganado.

La paja es un alimento pobre para el ganado, contiene alrededor del 80% de las sustancias que son potencialmente digestibles y, por consiguiente, fuentes de energía, pero su verdadera digestibilidad para los rumiantes es de solo un 45 a 50%. Además, la cantidad que un animal puede consumir se limita a menos del 2% del peso corporal debido a la lentitud con que se fermentan en el rumen.

El resultado neto es una ingesta que aporta poca o ninguna energía para el crecimiento, el trabajo o la producción. La consideración más importante para obtener a partir de la paja más productos animales, es la mejora de la digestibilidad y de la ingesta para disponer así de más energía para fines productivos. El tratamiento de la paja con álcali aumenta la digestibilidad y, en general, también la ingesta voluntaria.

¹ Comunicación personal del Lic. Tito Farfán MSc

La paja sólo contiene de 3 a 5% de PB. Los animales mantenidos con una ración de paja sin suplementos no ganan, en general, peso alguno y con mucha frecuencia presentan pérdidas de peso. Para obtener alguna producción, la paja tiene que complementarse, de preferencia tar. o con nitrógeno/proteína, como con calorías/energía.

Una ración a base exclusivamente de paja no basta incluso para mantener a los animales y estos perderán peso si no reciben suplementos proteicos. Esto se aplica a todas las pajas y forrajes groseros que contengan menos de 4% aproximadamente de proteínas. Para evitar pérdidas de peso se necesita un nivel aproximado de un 6% en la ración.

Un suplemento de urea a razón del 1% de la paja suministrada permitirá aumentar su contenido nitrogenado hasta un nivel aproximadamente igual al del suplemento proteico, esto por sí mismo puede estimular considerablemente la productividad de los animales, en términos del tiempo que tardan para madurar y la subsiguiente fertilidad de las hembras. Con dosis mayores de urea, hasta alrededor del 2%, se pueden obtener, en determinadas circunstancias, resultados todavía mejores si se suple con 10 g de Ca, 5g de P y de 30 a 50g de sal común por cabeza por día.

Para mejorar la calidad nutritiva de las pajas se emplean diversos tratamientos físicos y químicos. El tratamiento físico corriente al nivel de la pequeña explotación consiste en remojar la paja en agua antes de suministrársela a los animales. Con el remojo previo de la paja durante 1 - 2 horas en una litro de agua por kilogramo de paja, aumenta notablemente el consumo voluntario de la paja en compactación con la paja sin remojar.

Impregnación de la paja con urea y melaza. La adición de urea a la paja aumentará su contenido de nitrógeno y, por consiguiente, tendrá una influencia desfavorable en la fermentación microbiana del rumen. La adición de melaza aportará CHO's solubles para una utilización efectiva de la urea.

Por consiguiente, se ha demostrado que una combinación de 1,5-2,0% de urea, 10% de melaza y 0,5% de una mezcla mineral mejoraba la digestibilidad de los nutrientes orgánicos y aumentaba la ingesta voluntaria de los bovinos.

Paja tratada con urea. Se excava una fosa y se ensila en él durante tres semanas 100 kg de paja ya rociada con 5kg de urea disueltos en agua, a razón de 50gr de urea por litro de agua y rociarla en una proporción de 1lt/kg, se añade, además, 10lt de melaza. Para revestir los costados y el fondo de la fosa se puede utilizar hojas de plátano o pasto seco, que se colocan encima de la paja cubriéndolas luego con un trozo de plástico. La fosa se cierra añadiendo unos 30cm de tierra.

A los fines prácticos, una de las primeras medidas para evaluar el éxito de un tratamiento consiste en observar si el color de la paja se ha oscurecido. Igualmente, una vez seca, la paja debe conservar el característico olor a amoníaco.

Amonificación de residuos fibrosos. Esta es una alternativa de gran utilidad para la alimentación animal, en época de descanso de tierras en verano.

La tecnología de amonificación es especialmente interesante para su aplicación en zonas donde quedan rastrojos, transformando en forraje de buena calidad para rumiantes, toda clase de residuos secos, incluyendo tuzas o desechos fibrosos de las cosechas de maíz y frijol, rastrojo de cereales.

Para tal efecto, por cada 100kg de material seco fibroso, debemos mezclar 3kg de urea, la que se disuelve en 50litros de agua, lo primero que se hace, es extender en un sitio limpio todo el material fibrosos seco; posteriormente se disuelve la urea en agua y son una regadera se distribuye uniformemente por toda la masa. Seguidamente se empaqueta el material en hornos o bolsas grandes de plástico cerrándolas herméticamente, dejándolo reposar unos 15 días antes de usarlo. Alternativamente, se podría amontonar el material amonificado en el suelo, cubriéndolo posteriormente con plástico.

A los cinco minutos de mezclado el material, el olor a amoniaco es ya fuerte. Los animales adultos aceptan bien este tipo de alimentación y los jóvenes la aprovechan después de que el rumen tenga un 75% aproximadamente de su desarrollo normal; el material fibroso así amonificado puede hacerse un poco más apetecible para los animales, añadiéndole un poco de melaza o sal.

Generalmente un animal también consume aproximadamente el 2% de su peso vivo de material fibroso amonificado, después de abrir la bolsa u horno.

En trabajos de amonificación hechos con paja de Jaragua, la proteína bruta con este tratamiento puede elevarse de 4.57 a más de 8 aprox., utilizando urea al 2.5 %.

Si se suministra con melaza, esta puede suplir los nutrientes para mantenimiento y parte para producción, dependiendo la mayor parte de esta última, sin embargo, de las reservas grasas que tenga el animal al entrar la época seca.

La urea así tratada, desaparece generalmente en un alto a los 4 o 5 días , no detectándose en el material amonificado, después de 15 días. El tiempo del tratamiento de la paja con urea, puede reducirse a 3 o 4 días cuando se adiciona 8.5% de harina de soya o granos de cannavalia molidos al ser estos una fuente de la enzima ureasa.

La adición de harina de soya o cannavalia aumenta la digestibilidad del material amonificado.

3.6 Caña de Azúcar en la Nutrición Animal.

Con la caña de azúcar más que con cualquier otro cultivo, se puede maximizar la producción de biomasa por unidad de superficie para alimentar el ganado en periodo seco, época donde los pastos bajan su capacidad de producción y su calidad como alimento; produciendo bajos índices de producción, reproducción e ingresos en la actividad ganadera.

La caña de azúcar es:

- Cultivo que se adapta a casi todas las condiciones de clima, suelo, altitud y precipitación que existen en Nicaragua.
- Tiene altos rendimientos en la producción (80 - 150 ton/mz)
- A diferencia de casi todas las gramíneas, su mayor valor nutritivo lo tiene en la época seca.
- Tiene buena digestibilidad (57 - 70%)
- Se aprovecha de forma integral, o sea, toda la planta.
- Es rica en azúcares.
- Se puede dar molida, picada con máquina o machete.

En la alimentación animal puede ser utilizada así:

Un animal de 400kg de PV puede consumir 24kg de caña al día.

Se debe utilizar caña madura o mayor de 12 meses utilizando la planta completa, por la proteína que tiene el cogollo el cual debe estar verde; si no es así, se le puede proporcionar a los animales hojas de plátano, leucaena, madero negro o bien otra leguminosa forrajera que tengamos en la finca.

Por la baja cantidad de proteína que tiene el tallo de la caña se recomienda agregarle urea a razón de 198 - 397 gr/45kg de caña, la cual se le puede agregar disuelta en agua.

Para un mejor aprovechamiento de la ración de caña de azúcar - urea, es necesario que el animal disponga de un suplemento mineral donde consuma a voluntad.

Se recomienda completar la ración de caña con gallinaza, sorgo o bien follaje de alguna leguminosa disponible en la finca.

Otra forma de utilizar la caña de azúcar en época seca como alimento para el ganado es: la saccharina rústica.

3.6.1 Saccharina

La saccharina es un alimento energético proteico que se ha utilizado con muy buenos resultados en la alimentación del ganado durante el periodo seco.

La saccharina es el producto de la fermentación de la mezcla de la caña de azúcar, urea y sales minerales.

La forma de preparar la saccharina rústica es la siguiente:

- Cortar la caña y picarla.
- Distribuir la caña en una explanada de cemento, asfalto, carpa, plástico o de sacos de nylon: con un espesor de 5cm.

- Hacer una mezcla de urea y sal mineralizada, a razón de 15kg de urea y 5kg de sal mineral por cada tonelada de caña.
- Distribuir uniformemente la mezcla de urea y sales minerales sobre la caña, mezclar bien con tridentes forrajeros y tenderla nuevamente con el mismo espesor.
- Dejar en reposo por espacio de 9 - 12 horas para favorecer el proceso de fermentación.
- La preparación se debe hacer por la tarde (3 - 6pm) o a cualquier hora si la finca presta las condiciones para realizarla bajo techo.
- Puede secarse y almacenarse por espacio de 6 meses y puede usarse como suplemento en cualquier época del año.

3.7. Subproductos de Origen Animal.

Los subproductos de origen animal más frecuentemente usados en nuestro país son:

- ◆ Harina de carne
- ◆ Harina de pescado
- ◆ Harina de carne y hueso
- ◆ Harina de sangre

Estos subproductos generalmente contienen un alto porcentaje de materia seca y proteína bruta, pero esta proteína, a diferencia de la de origen vegetal, es de alto valor biológico; por lo tanto, son de alto costo por lo que son preferentemente utilizadas en raciones para especies más eficientes; aves, cerdos, perros, etc.; por lo que son poco utilizadas en alimentación de rumiantes.

No obstante se busca entre los subproductos de origen animal aquellos que por su valor sean adecuados para incluirlos en alimentación de bovinos, entre estos tenemos a la gallinaza y pollinaza, la primera presenta las ventajas de:

- ◆ Es un material de la industria avícola, relativamente barato, por considerársele erróneamente como un desecho.
- ◆ Tiene un alto valor de proteína bruta (20%), de esta, más del 50% es proteína verdadera.
- ◆ Es una excelente fuente de minerales como Ca y P.
- ◆ Puede usarse en cantidades variables (15 - 30%) en ensilajes de gramíneas, se ha demostrado que el uso de gallinaza en vez de urea mejora el uso de la proteína del ensilado
- ◆ Tiene efectos positivos en el consumo de materia seca por parte de los animales.

Aunque en el caso particular de la gallinaza, también existen desventajas tales como:

- ◆ La alteración en la composición química debido a la contaminación con tierra.
- ◆ La disminución del consumo debido a la práctica de adicionar cal a la gallinaza como medida higiénica.

- ♦ Probabilidad de presencia de materiales extraños tales como clavos, alambra, piedras, etc.
- ♦ Posibilidad de presencia de microorganismos patógenos y residuos de drogas, antibióticos, hormonas, etc.

Ya que el precio fue lo que se argumentó para elegir este subproducto frente a otros, veremos a continuación la comparación entre la gallinaza y la harina de algodón.

Tabla . Costo por Unidad de Nutriente, de la Gallinaza y la Harina de Algodón.

Concepto	Gallinaza	Harina de Algodón
Contenido de nutrientes digestibles/ 100 kg		
Proteína, kg	8	32
Energía, Mcal	140	300
Costos, US\$		
Por 100kg De material	1.00	9.00
Por 100kg De proteína digestible	12.5	29.7
Por 100Mcal de energía digestible	0.71	2.90

Es importante mencionar, además, la digestibilidad de los nutrientes de la gallinaza, que en materia seca oscilan entre 54-57%, en proteína bruta oscilan entre 67/ 77% y en el caso de la energía bruta los valores de digestibilidad están entre 55 -62%.

POLLINAZA

Se han realizado una serie de trabajos con pollinaza. Es un ingrediente con elevado valor proteico y de bajo valor energético, por lo cual normalmente se mezcla con una fuente de energía. No debe contener más del 28% de cenizas. Contiene 25% de Proteína Bruta y 45% de TDN.

Aunque se dice que contiene el 28% de proteína bruta esta es tan variable que normalmente se acepta solo 22%. La mitad de esa proteína es ácido úrico, es decir, NNP, eso limita las altas inclusiones en animales en desarrollo, que necesitan proteína verdadera.

Muchas veces la pollinaza ha servido para salvar hatos ganaderos. Se han enfrentado sequías, y en muchas ocasiones se dan combinaciones de pollinaza/melaza elevadas, 75% de pollinaza y 25% de melaza o en combinación con caña de azúcar, esto no es posible en el caso de vacas lecheras, ya que la leche capta el olor de la pollinaza, en esa situación, lo más recomendable es suministrar niveles de 30 - 40% máximo.

- ♦ Probabilidad de presencia de materiales extraños tales como clavos, alambra, piedras, etc.
- ♦ Posibilidad de presencia de microorganismos patógenos y residuos de drogas, antibióticos, hormonas, etc.

Ya que el precio fue lo que se argumentó para elegir este subproducto frente a otros, veremos a continuación la comparación entre la gallinaza y la harina de algodón.

Tabla . Costo por Unidad de Nutriente, de la Gallinaza y la Harina de Algodón.

Concepto	Gallinaza	Harina de Algodón
Contenido de nutrientes digestibles/ 100 kg		
Proteína, kg	8	32
Energía, Mcal	140	300
Costos, US\$		
Por 100kg De material	1.00	9.00
Por 100kg De proteína digestible	12.5	29.7
Por 100Mcal de energía digestible	0.71	2.90

Es importante mencionar, además, la digestibilidad de los nutrientes de la gallinaza, que en materia seca oscilan entre 54-57%, en proteína bruta oscilan entre 67/ 77% y en el caso de la energía bruta los valores de digestibilidad están entre 55 -62%.

POLLINAZA

Se han realizado una serie de trabajos con pollinaza. Es un ingrediente con elevado valor proteico y de bajo valor energético, por lo cual normalmente se mezcla con una fuente de energía. No debe contener más del 28% de cenizas. Contiene 25% de Proteína Bruta y 45% de TDN.

Aunque se dice que contiene el 28% de proteína bruta esta es tan variable que normalmente se acepta solo 22%. La mitad de esa proteína es ácido úrico, es decir, NNP, eso limita las altas inclusiones en animales en desarrollo, que necesitan proteína verdadera.

Muchas veces la pollinaza ha servido para salvar hatos ganaderos. Se han enfrentado sequías, y en muchas ocasiones se dan combinaciones de pollinaza/melaza elevadas, 75% de pollinaza y 25% de melaza o en combinación con caña de azúcar, esto no es posible en el caso de vacas lecheras, ya que la leche capta el olor de la pollinaza, en esa situación, lo más recomendable es suministrar niveles de 30 - 40% máximo.

Este subproducto puede sostener ganancias de peso de hasta 1kg/día, siempre y cuando se acostumbre a los animales a comerla y se mezcle adecuadamente con una fuente de energía.

Los cuidados que se deben tener en su uso son los siguientes:

- ♦ Si está muy húmeda hay problemas de olor
- ♦ Hay que secarla, molerla o, por los menos, separar los pedazos grandes
- ♦ Tratar de eliminar la mayor cantidad de plumas posible.
- ♦ Si la cama utilizada es cascarilla de arroz o aserrín, lo mejor es molerla.

Preguntas de repaso

1. Explique la relación de la subnutrición y los bajos índices productivos y reproductivos.
2. Mencione las alternativas que usted conoce para paliar el déficit alimentario en verano en Nicaragua.
3. Describa el proceso de fabricación de saccharina rústica.
4. Describa el proceso de fabricación de miel urea al 3%
5. Describa el proceso de fabricación de paja amonificada.
6. Describa el proceso de fabricación de bloques multinutricionales

Bibliografía.

- Becerra M, J; David H, A. 1990. Observaciones sobre la elaboración y consumo de bloques de melaza. Livestock Research for Rural Development. Vol 2. No 2. Colombia.
- Blandino, R. 1998. Uso de pasto de corte. 1er Simposium-feria sobre producción y sanidad animal. Nicaragua.
- ECAG. Caña de azúcar para ganado de carne, guía práctica para ganaderos. Boletín No 4. Colombia.
- Garcés, P. 1998. Subproductos tropicales en la alimentación del ganado. 1er Simposium-feria sobre producción y sanidad animal. Nicaragua.
- Huete, O. 1998. Elaboración del Heno. 1er Simposium-feria sobre producción y sanidad animal Nicaragua.
- MIDINRA. 1983. Primer curso sobre metodologías y utilización del ensilaje. Nicaragua.
- Ramos E. 1993. Melaza. CIPEGOC. México

- Reyes N.; Mendieta B. 1997. Estrategias de alimentación de Verano. UNA. Nicaragua.
- Zamora, F. 1998. Uso de subproductos de origen animal en la alimentación del ganado. 1er Simposium-feria sobre producción y sanidad animal. Nicaragua.